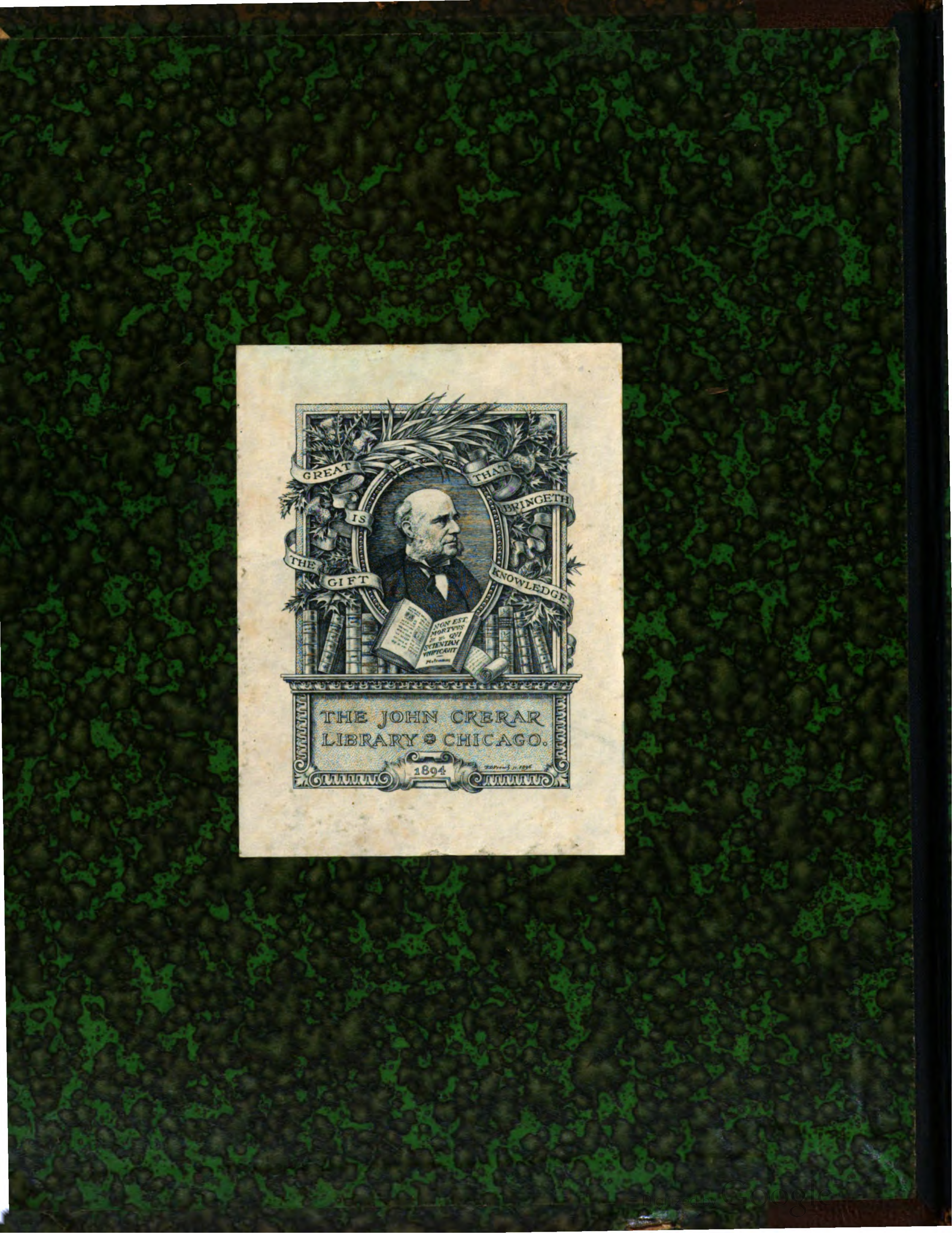





GREAT IS THE GIFT THAT BRINGETH KNOWLEDGE
NON EST MORTUUS QUI SCIENTIAM VIVIFICAVIT
THE JOHN CRERAR LIBRARY CHICAGO.
1894



LA

REVUE ÉLECTRIQUE

BULLETIN

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,

46597 Quai des Grands-Augustins, 55.

LA

REVUE ÉLECTRIQUE

BULLETIN

DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE

J. BLONDIN,

AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, PROFESSEUR AU COLLÈGE ROLLIN,
RÉDACTEUR EN CHEF.

Avec la collaboration de :

MM. ARMAGNAT, BECKER, P. BOURGUIGNON, COURTOIS, DA COSTA,
JACQUIN, JUMAU, GOISOT, J. GUILLAUME, LABROUSTE, LAMOTTE, MAUDUIT,
RAVEAU, G. RICHARD, TURPAIN, etc.

TOME XV.

Janvier-Juillet 1911.



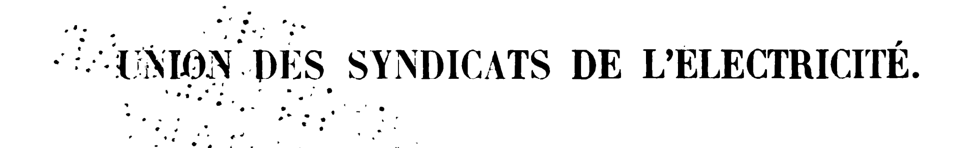
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1911



UNION DES SYNDICATS DE L'ELECTRICITÉ.

COMITÉ CONSULTATIF DE RÉDACTION :

COMITÉ DE PATRONAGE :

Tome XV. **N° 169. — 13 janvier 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

La réalisation pratique de l'emploi simultané du cinématographe et du phonographe a tenté bien des chercheurs. Déjà, en novembre 1902, l'un de nos constructeurs français, M. Gaumont, en présentait une solution à la Société française de Photographie, et, l'année suivante, il en montrait publiquement l'application dans une installation faite au Musée Grévin. Le geste et la parole étaient alors enregistrés simultanément. Mais l'organe enregistreur, ainsi, d'ailleurs, que l'organe reproducteur de la parole, n'avaient pas encore toute la sensibilité désirable pour donner des résultats parfaits : les personnages en scène devaient, lorsqu'ils parlaient, se placer assez près du pavillon du phonographe et crier très fort; d'autre part, le son rendu par le phonographe était faible, et l'auditeur devait prêter une extrême attention pour comprendre les paroles. Les artistes se trouvaient donc placés dans des conditions anormales qui, forcément, enlevaient à leur jeu toute vivacité et tout naturel; d'un autre côté, le spectateur ne tardait pas à se désintéresser d'un amusement qui était pour lui une source de fatigue.

On chercha tout d'abord à tourner ces deux difficultés par un artifice consistant à séparer en deux phases l'enregistrement des gestes et l'enregistrement des paroles : l'acteur parlait ou chantait devant le phonographe, puis cet appareil lui répétait ce qu'il venait de dire, et il s'attachait alors à faire, avec autant de concordance que possible, les gestes correspondants, lesquels étaient enregistrés par le cinématographe. Mais cet artifice ne pouvait évidemment convenir que pour certaines scènes.

Pour l'enregistrement des faits courants, il fallait nécessairement revenir à la conception première de l'enregistrement simultané des gestes et de la parole. Le phonographe haut parleur, en permettant de renforcer les sons émis lors de la reproduction de manière à les faire entendre de tous les points des plus grandes salles de spectacles, vint tout d'abord lever une des difficultés signalées plus haut. Restaient encore cependant à résoudre deux problèmes non moins difficiles : augmenter la sensibilité de l'appareil enregistreur des ondes sonores de telle sorte que celles-ci puissent être émises à plusieurs mètres de l'appareil sans cesser d'être inscrites avec netteté ; en second lieu, assurer le synchronisme rigoureux de la reproduction phonographique et de la reproduction cinématographique.

D'après une communication faite par M. d'ARSONVAL à la séance du 26 décembre de l'Académie des Sciences, ces deux problèmes délicats sont aujourd'hui résolu par la maison Gaumont, au moyen du **Chronophone Gaumont**. La communication était d'ailleurs présentée d'une façon fort originale : M. d'Arsonval n'était pas là en per-

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. / 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

PREMIER BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Errata aux Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques.

Dans sa séance du 7 décembre 1910, le Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité a décidé, après revision des « Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines à transformateurs électriques », d'introduire dans ce règlement les errata suivants :

1° Article 1, *b* (courant alternatif), mettre « kilovolts-ampères » au lieu de « kilowatts ».

2° Compléter l'alinéa *b* de l'article 9 par la phrase suivante commençant par une virgule « et diminuées ensuite de la différence entre la température ambiante du local où doit fonctionner la machine et la température de 35°C. admise pour les essais ».

3° A l'article 11, remplacer partout les mots « inducteurs compound » par les mots « enroulements série d'excitation compound ».

Les personnes qui sont déjà munies de ce règlement peuvent se procurer des feuilles gommées contenant ces errata qu'ils pourront rajouter en tête dudit règlement en s'adressant soit au Secrétariat de l'Union des Syndicats de l'Électricité, 27, rue Tronchet, soit au Syndicat professionnel des Industries électriques, 9, rue d'Édimbourg, à Paris.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

PREMIER BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Renouvellement partiel de la Chambre syndicale.

Nous rappelons à nos adhérents que, conformément au Règlement intérieur du Syndicat, les Tableaux des Sections professionnelles, d'après lesquels doivent se faire les élections à la Chambre syndicale, seront tenus à la disposition des intéressés, pour chaque Section, du 15 au 31 janvier courant.

Ils seront d'ailleurs respectivement communiqués aux Sections lors de la réunion qui aura lieu dans le courant de ce mois pour la nomination du bureau de chacune de ces Sections.

Nous croyons utile de reproduire à ce sujet la fin de l'article 5 du Règlement précité :

« Toutes les observations et réclamations auxquelles ces Tableaux pourraient donner lieu, soit de la part des intéressés isolément, soit de la part de la Section, en ce qui concerne la quotité de la subvention, comme en ce qui concerne les droits de vote, seront soumises à la Chambre syndicale dans la séance du mois de février. La Chambre syndicale prononcera souverainement dans *ladite* séance sur toutes ces observations et réclamations, et arrêtera définitivement les Tableaux dont il s'agit en vue des élections à la Chambre syndicale ».

Bibliographie.

MM. les membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° La brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);



11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Loi portant codification des lois ouvrières (Livre I du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), p. 10.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

PREMIER BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 27 décembre 1910.

Présents : MM. F. Meyer, président d'honneur; Brylinski, président; Eschwège, président désigné; Fontaine, secrétaire général; Chaussenot, secrétaire adjoint; Bizet, Cahen, Javal, Legouez, Sée, de Tavernier, Tainturier.

Absents excusés : MM. Azaria et Tricoche.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

NÉCROLOGIE. — M. le Président a le regret de faire part à la Chambre syndicale des décès de M. Didio, beau-frère de notre collègue M. Brachet, et de Mme Legay, épouse de M. Legay, membre du Syndicat. Les condoléances de la Chambre syndicale ont été exprimées aux familles de nos collègues.

M. Fontaine dépose sur le bureau de la Chambre syndicale la Notice nécrologique d'Hippolyte Fontaine dont les éléments ont été rassemblés par M. Boisserand.

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — Il est rendu compte de la correspondance relative aux frais de contrôle, au monopole d'éclairage, à l'imposition des moteurs de secours, cahier des charges en cas de concession nouvelle, droit d'appui et, au point de vue technique et d'exploitation, dépense moyenne des voitures électriques (tramways), mode de distribution des Secteurs, bruit causé par les moteurs.

Des adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service du placement fait ressortir 10 offres nouvelles, 21 demandes tant anciennes que nouvelles et 3 placements indiqués comme réalisés, sans compter ceux dont nous n'avons pas été informés.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

PRÉVISIONS BUDGÉTAIRES. — M. le Secrétaire général donne connaissance des prévisions budgétaires pour 1911.

Examen fait des divers détails du budget, la Chambre syndicale l'adopte dans son ensemble.

TRAVAUX DES COMMISSIONS. — M. le Président rend compte de la communication qui a été faite par M. le professeur Riccardo Arno relativement à un nouveau mode de tarification de l'énergie électrique, qui tendrait à faire payer aux abonnés non seulement la puissance réelle ou active, mais aussi une partie de la puissance réactive particulière au courant alternatif.

La question est renvoyée pour étude détaillée à la Commission technique et à la Commission d'exploitation administrative et commerciale.

M. Legouez rend compte des travaux de la Commission des Canalisations souterraines. Il indique les expériences qui vont être faites sur des fractions de câbles sains de 2 m de longueur à l'aide de l'appareil Delon, de façon à vérifier quel est le coefficient qu'il y a lieu d'adopter pour l'essai en courant continu des câbles à courant alternatif au point de vue de la sécurité.

En ce qui concerne, au contraire, les mesures sur des câbles offrant des accidents, il est matériellement impossible de pratiquer un défaut identique sur plusieurs fractions du câble. De ce côté, la situation reste jusqu'à présent aussi imprécisée que par le passé.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Secrétaire général indique à la Chambre syndicale la circulaire du 10 novembre 1910 relative au décret du 31 août 1910 sur le repos hebdomadaire des ouvriers spécialistes des usines à feu continu. Cette circulaire précise une dérogation particulière consentie à l'article 3 du décret en faveur des usines à feu continu qui ont établi la journée de 8 heures au moyen de trois équipes alternantes où le changement de poste se fait chaque semaine par deux postes consécutifs n'excédant pas 12 heures chacun. Le personnel a ainsi un repos consécutif de 20 heures pendant 2 semaines et de 24 heures la semaine suivante. Le nouveau décret a consacré cette dérogation particulière pour encourager l'extension de la journée de 8 heures.

L'annexe n° 379 du *Journal officiel*, page 1113, confirme que la revision du tarif des frais de contrôle doit avoir lieu avant le 1er janvier 1912.

CLASSEMENT DES ÉTABLISSEMENTS DE LOCATION DE FORCE MOTRICE. — Il est donné connaissance des conclusions du Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine parues dans le *Bulletin municipal officiel de la Ville de Paris*, numéros des 9, 10 et 11 décembre 1910.

La Chambre syndicale a déjà pris position dans cette question par la démarche qui doit être faite auprès de la Commission du Sénat. Les mêmes démarches seront faites éventuellement à l'Administration municipale.

NAVIGATION DES PÉNICHES DE CHARBON POUR LE BASSIN DE PARIS. — MM. Brylinski et Sée rendent compte des démarches faites auprès de M. Peyronnet, directeur du cabinet du Ministre des Travaux publics, et de M. Chargueraud, directeur des routes et de la navigation, relativement à cette question. Ces démarches ont

été suivies de réunions qui permettent de prévoir l'organisation éventuelle d'une sorte d'Office national de la navigation dont les délégués industriels ont pris l'initiative de présenter la demande à M. le Ministre des Travaux publics.

Exposition universelle de 1920. — Il est donné connaissance à la Chambre syndicale de la lettre de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, en date du 7 décembre 1910, relative à l'organisation d'une Exposition universelle en 1920. En raison des demandes des groupements avec lesquels notre Chambre syndicale est affiliée et des réunions préalables qui doivent avoir lieu, la réponse à la lettre de M. le Ministre ne sera arrêtée que dans une prochaine séance.

Enquête sur les retraites ouvrières. — M. le Secrétaire général indique que l'enquête sur les retraites ouvrières est commencée et donne une abondante documentation.

Nomination de délégués du Syndicat a l'Union et fixation de la cotisation. — La Chambre syndicale désigne les mêmes membres comme délégués du Syndicat professionnel des Usines d'électricité à l'Union des Syndicats de l'Électricité, pour l'exercice 1911.

Exposition de Turin. — Il est donné connaissance de la liste des membres de la Chambre syndicale désignés comme membres des Comités d'admission à l'Exposition internationale des Industries du travail, avril-octobre 1911.

Revue électrique. — Relativement à l'organisation nouvelle de *La Revue électrique*, M. F. Meyer émet le vœu qu'elle rende compte sous une forme assez détaillée des compte rendus des Associations étrangères, notamment de l'Association des Ingénieurs municipaux anglais.

M. Bizet signale qu'au point de vue de l'éclairage municipal par lampes au tungstène, des communications intéressantes ont été publiées dans les comptes rendus des Ingénieurs anglais.

Annuaire. — M. le Secrétaire général indique que les adhérents ont reçu les feuilles d'enquête destinées à donner des renseignements les plus complets sur les propriétaires d'usines et les Sociétés électriques. L'Annuaire ainsi conçu sera beaucoup plus coûteux que par le passé, mais notablement plus utile à consulter.

Union des industries métallurgiques et minières. — M. le Secrétaire général remet aux membres présents les documents suivants émanant de cette Union :

Document n° 458. — Extraits de la discussion au Conseil supérieur du Travail (session de novembre 1909).

N° 459. — Législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, texte adopté en première lecture par le Sénat.

N° 460. — Questions sociales et ouvrières, revue du mois.

N° 461. — Rapport de M. le Ministre du Travail sur l'application générale de la loi du 9 avril 1898 et la situation des Sociétés d'assurances en 1909.

N° 462. — Projet de loi relatif aux conventions collectives de travail.

N° 463. — Arrangement franco-anglais sur les accidents du travail.

Fédération des industriels et des commerçants français. — M. le Secrétaire général communique le numéro de décembre du *Bulletin* de cette Fédération, qui contient des études intéressantes sur l'arbitrage obligatoire.

Échange de publications. — Les échanges sont autorisés avec les *Annales* de l'Association des Ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand et avec les publications de la Banque Renauld et Cie.

Bibliographie. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les nos 3, 4 et 5 du *Bulletin de l'Office international du Travail.*

Liste des nouveaux adhérents depuis le 15 décembre 1910.

Membre actif.

Mélot (Léon-Joseph), Ingénieur électricien, rue du Progrès, Caudry (Nord), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants.

Kohn (Henri), Ingénieur électricien, 2, rue Saint-Sulpice, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Méder (Théophile), Conducteur des Travaux à la Compagnie générale de Travaux d'éclairage et de force, 35, rue de Longchamp, Paris, présenté par MM. M. Meyer et E. Fontaine.

Maizondard (Robert), Électricien, Hôtel de la Poste, Saint-Amand-Montrond (Cher), présenté par MM. Lafage et Frouart.

Simon (André), Électricien, 27, rue de Ménilmontant, Paris, présenté par MM. Hervou et E. Fontaine.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation : De la concurrence en matière de distribution d'énergie électrique, par MM. F. Payen et P. Weiss (*suite*), p. 47. — Loi portant codification des lois ouvrières (Livre I du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), p. 49. — Arrêté nommant des membres de la Commission des distributions d'énergie électrique, p. 55.

Sociétés, bilans : Société anonyme d'éclairage électrique du Secteur de la place Clichy, p. 55. — Chronique financière et commerciale, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Convocations d'assemblées générales, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Nouvelles Sociétés, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Coupons et dividendes annoncés, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Appels de fonds, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Modifications aux statuts et aux conseils, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xxxiii. — Nouvelles usines dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, *voir* aux annonces, p. xxxiv. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir* aux annonces, p. xxxiv.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Usine génératrice de Vendin-le-Vieil de la Société des Mines de Lens à moteurs à gaz de fours à coke.

I. Introduction. — Des diverses sociétés qui exploitent le bassin houiller du Pas-de-Calais et du Nord, la Société des Mines de Lens est une de celles qui ont le plus développé l'électrification de leurs services. A la fin de 1909 son réseau de distribution à haute tension comprenait déjà 31 km de câbles souterrains alimentant 63 transformateurs d'une puissance totale de 4573 kw et le nombre des moteurs électriques installés tant sur ce réseau à haute tension que sur le réseau à basse tension atteignait 228, fournissant une puissance de 8300 chevaux. La plus grande partie de cette puissance est utilisée pour l'éclairage, la commande des machines de l'atelier de réparations, la manutention du charbon et du coke, etc. Mais

Fig. 1. — Plan d'ensemble, à l'échelle de $\frac{1}{3000}$, du groupe des usines de Pont-à-Vendin.

depuis quelques années la Société des Mines de Lens l'a également appliquée avec succès à la commande des ventilateurs et des pompes d'exhaure, ainsi qu'à la commande de la machine d'extraction de l'un de ses puits, machine dont une description succincte a été donnée antérieurement dans ces colonnes [1].

---

[1] *La Revue électrique*, t. VI, 15 avril 1909, p. 266.



Les sources de l'énergie électrique sont très variées. La force motrice est fournie tantôt par la vapeur, tantôt par le gaz des fours à coke. Les groupes électrogènes à vapeur comprennent des groupes à machines alternatives (Fives-Lille, Société alsacienne) et des groupes à turbines (Rateau, Brown-Boveri, Curtis); ils sont alimentés soit par de la vapeur à haute pression produite ou par la combustion directe du charbon ou par la combustion des gaz des fours à coke, soit par de la vapeur à basse pression provenant des machines d'extraction à vapeur marchant sans condensation et dont le débit est régularisé par des accumulateurs de vapeur. Quant aux groupes électrogènes à moteurs à gaz, il sont actuellement au nombre de quatre dont les trois plus importants sont situés dans l'usine de Vendin-le-Vieil que nous nous proposons de décrire; ils sont alimentés par le gaz des fours à coke; deux autres groupes de 1500 kw chacun sont projetés. Le Tableau suivant indique la puissance et l'emplacement des divers groupes installés :

		kilowatts
Pont-à-Vendin.	Moteur à vapeur Fives-Lille.........	800
	3 moteurs à vapeur Ste Alsacienne...	2400
	Turbine Brown-Boveri (hte pression)..	1000
	3 turbines Brown-Boveri (hte pression).	5250
	3 moteurs à gaz Nuremberg.........	2400
Fosse n° 5.	Turbine Harlé et Cie (basse pression).	550
Fosse n° 8.	Moteur à gaz Cail..................	350
	Turbine Curtis (basse pression......	1000
Fosse n° 11.	Turbine Rateau (basse pression)....	650
Fosse n° 13.	Turbine Rateau (basse pression)....	550
	Puissance totale............	15950

Coupe CD.

Coupe AB.

Fig. 2 à 4. — Plan et coupes transversales de l'usine d'épuration (échelle $\frac{1}{200}$).

On voit par ce Tableau que les groupes électrogènes sont disséminés sur toute l'étendue de la concession; cette dissémination résulte du souci de la Société des Mines de Lens de tirer parti des vapeurs d'échappement des



machines d'extraction de ses sièges les plus importants, vapeurs qui jusqu'à ces dernières années étaient perdues. D'ailleurs les installations les plus importantes sont rassemblées à Pont-à-Vendin dans le voisinage immédiat des fours à coke et de la fosse 8.

On remarquera aussi que la puissance dont dispose la Société des Mines de Lens est bien supérieure à celle qu'elle utilise pour son exploitation; le surplus est vendu à la Compagnie électrique du Nord qui a installé un réseau déjà important distribuant l'énergie électrique sous une tension qui est actuellement de 25000 volts, mais qui sera portée ultérieurement à 45000 volts.

II. Ensemble des installations de Pont-à-Vendin. — La figure 1 donne le plan des installations de Pont-à-Vendin. On voit qu'elles comprennent deux batteries de fours à coke : l'une de 140 fours; l'autre, plus récente, de 160 fours. Entre ces batteries sont situés les bâtiments de l'usine où sont traités les gaz des fours en vue d'en retirer les sous-produits. Ces gaz retournent en partie vers les fours à coke où ils sont brûlés pour le chauffage de ceux-ci; une autre partie est dirigée vers les chaudières situées à droite de la batterie de fours la plus ancienne et de l'usine de récupération; enfin une dernière partie est canalisée vers l'usine génératrice à moteurs à gaz,

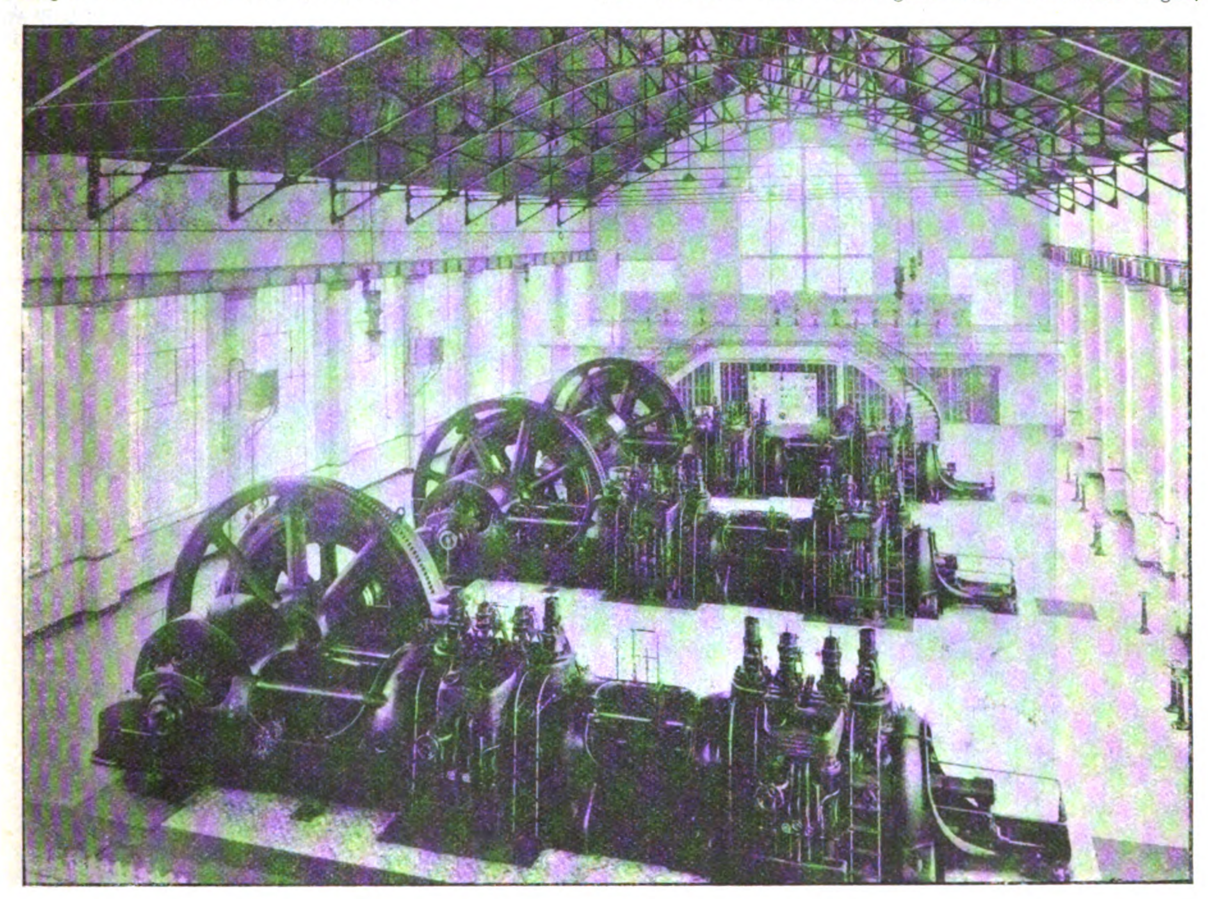


Fig. 5. — Vue de la salle des machines de l'usine de Vendin-le-Vieil.

qu'on voit en haut du plan, après avoir passé dans l'usine d'épuration.

L'idée de l'utilisation directe des gaz des fours dans les moteurs est de beaucoup antérieure à l'installation de la nouvelle batterie de four. C'est en effet en 1898 que M. Reumaux, directeur des Mines de Lens, fit entreprendre les premiers essais à ce propos avec un moteur à gaz du système Letombe à double effet de 20 chevaux. Mais le gaz employé, pris à la sortie des appareils de l'usine de récupération, contenait une trop grande quantité de goudron et de produits sulfurés, et la marche du moteur était trop irrégulière; il dut être remplacé par une machine à vapeur. Toutefois, un peu plus tard, les essais furent repris avec le même moteur, le gaz étant plus convenablement épuré; le fonctionnement du moteur fut alors satisfaisant, sans être toutefois absolument parfait. Encouragé par ce résultat M. Reumaux fit installer une station d'épuration capable d'alimenter un moteur de 300 chevaux. Ce moteur, construit par la Société française de Constructions mécaniques (anciens Établissements Cail), entraîne un alternateur Westinghouse triphasé, 5000 volts, 50 p : s. Ce groupe électrogène donna toute satisfaction et ce résultat détermina la Société des Mines de Lens à ériger une usine à moteurs

1...

à gaz pour l'utilisation directe des gaz de sa nouvelle batterie de fours.

III. ÉPURATION. — Les essais précédents montrant la nécessité d'opérer une épuration très parfaite des gaz, un bâtiment spécial, dont les figures 2 à 4 donnent le plan et les coupes, fut construit en vue de cette opération.

Cette usine d'épuration est installée pour l'alimentation de 6 moteurs de 1200 chevaux dont 5 en marche et 1 en réserve. Le gaz est aspiré dans les conduites d'amenée par deux ventilateurs (un de rechange) qui le refoulent sous une pression de 350 mm à 400 mm d'eau au-dessus de la pression atmosphérique. Ces ventilateurs sont prévus pour débiter chacun un volume de gaz un peu supérieur à celui consommé par trois moteurs; un dispositif spécial fait passer du refoulement à l'aspiration la différence entre le volume refoulé par le ventilateur et celui consommé par les trois moteurs.

Le gaz passe alors dans les épurateurs. Ceux-ci sont au nombre de quatre, trois formant un groupe dans lequel le gaz circule méthodiquement; le quatrième est toujours le dernier dans l'ordre de service et fonctionne comme épurateur finisseur; toutefois les quatre peuvent être mis en série. Chaque épurateur se compose d'une cuve en fonte avec couvercle en tôle, de 9 m de longueur, 6 m de largeur et 1,50 m de hauteur; il porte deux claies en bois sur lesquelles la matière épurante est étendue sur une épaisseur de 30 cm environ.

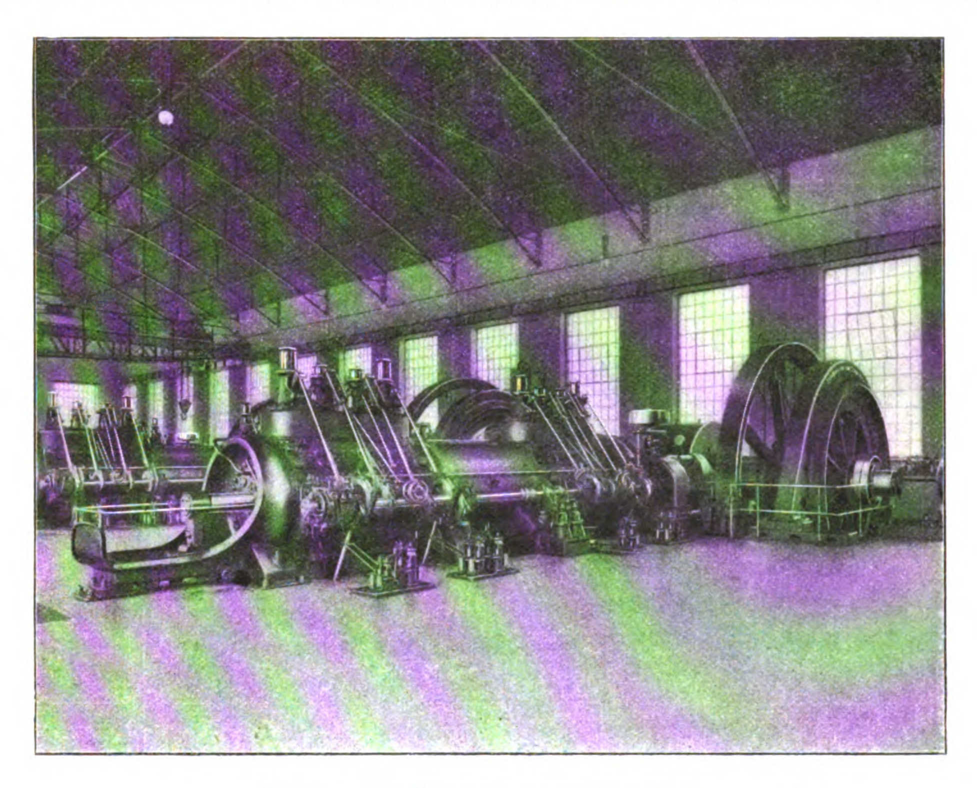


Fig. 6. — Vue d'un moteur à gaz Nuremberg.

Dans le but de n'avoir à renouveler les couches de matière épurante qu'à de longs intervalles, on utilise une pratique aujourd'hui très répandue dans les usines de gaz d'éclairage : on mélange au gaz, avant son entrée dans l'épurateur, une certaine proportion d'air dont l'oxygène revivifie d'une manière continue la matière épurante. Pour que cette proportion reste bien constante, l'air est fourni par un ventilateur actionné par l'arbre d'un compteur placé sur le trajet du gaz; un mécanisme permet d'ailleurs de faire varier la vitesse relative du ventilateur et de l'arbre du compteur et par conséquent de modifier la proportion d'air.

La matière épurante est du minerai de fer des prairies, humide, contenant 40 pour 100 d'eau, 11 pour 100 de silice et 58 pour 100 d'oxyde de fer. Sa puissance d'absorption de soufre sans revivification est de 39 pour 100 de son poids.

L'installation est complétée par un gazomètre de 500 m³ dont, en marche normale, la cloche est toujours maintenue à la partie supérieure de sa course; la réserve maximum que peut contenir le gazomètre est ainsi toujours disponible. Une disposition spéciale rend la pression du gaz constante, quelle que soit la position de la cloche.

IV. MOTEURS A GAZ. — Du gazomètre le gaz est dirigé vers l'usine dite de Vendin-le-Vieil, prévue pour recevoir six groupes électrogènes, dont trois sont actuellement en fonctionnement. La figure 5 donne une vue d'ensemble



de la salle des machines, des trois groupes installés et du tableau de distribution.

Les moteurs à gaz, construits par la Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinen baugesellschaft Nürnberg A. G,, ont chacun une puissance effective de 1080 chevaux. La figure 6 montre l'un d'eux.

Ces moteurs sont du type à quatre temps, à deux cylindres en tandem à double effet. L'effort moteur se produit donc deux fois par tour comme dans une machine à vapeur ordinaire. Il en résulte une grande régularité de marche, régularité accrue encore par un volant pesant 25 tonnes et ayant 6 m de diamètre. Le choix du poids de la partie tournante, c'est-à-dire volant et alternateur, a d'ailleurs été l'objet d'une étude très minutieuse en raison de ce que les trois alternateurs de l'usine de Vendin doivent pouvoir être mis en parallèle non seulement entre eux, mais encore avec les alternateurs des autres usines des Mines de Lens qui, comme nous l'avons vu, sont commandés les uns par moteur à vapeur à pistons, les autres par turbines, d'autres enfin par moteurs à gaz. Enfin le coefficient d'irrégularité pour un tour, c'est-à-dire le quotient par la vitesse moyenne de l'écart maximum de vitesse, est inférieur à 1 pour 200. Le moment d'inertie total de toute la partie tournante atteint 625000 kg-m². La vitesse angulaire normale est de 107 t : m.

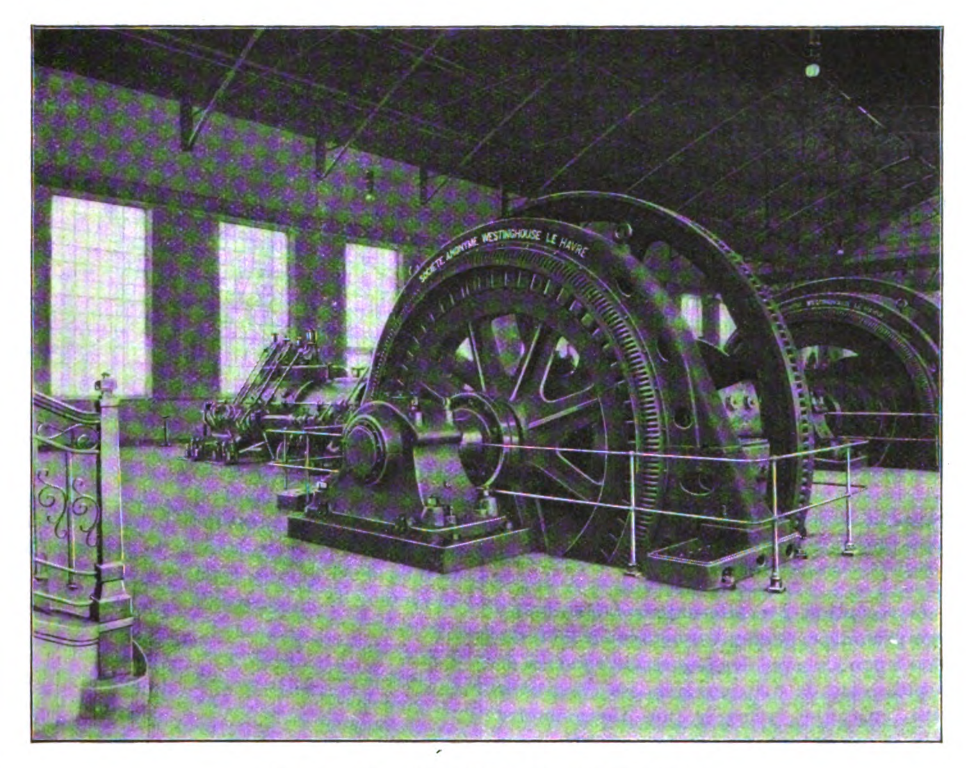


Fig. 7. — Vue d'un alternateur Westinghouse.

L'allumage des moteurs est obtenu par deux petites batteries de 30 éléments, dont la charge s'effectue au moyen de deux petits groupes convertisseurs composés chacun d'un moteur asynchrone et d'une dynamo à courant continu donnant 80 volts. L'une des batteries est en service pendant que l'autre est en charge. Chaque cylindre a deux rupteurs d'allumage par chambre de compression, soit en tout 8 rupteurs par machine.

Le démarrage des moteurs s'effectue au moyen d'air comprimé à 15 kg : cm² enfermé dans deux réservoirs tenus constamment sous pression; cet air est fourni par un compresseur qu'actionne un moteur triphasé, placé dans le sous-sol.

V. Alternateurs. — Les alternateurs, construits par la Société anonyme Westinghouse, sont établis pour donner 940 kv-amp en courants triphasés 5000 volts, 50 p : sec. La figure 7 donne une vue de l'un d'eux.

Le rotor est formé d'un croisillon en fonte d'une seule pièce portant 56 pôles en tôles feuilletées. L'enroulement inducteur est en cuivre nu méplat de 112 mm² de section, enroulé sur champ. Chaque pôle comprend 38 spires isolées les unes des autres par des feuilles de mica. Des supports en bronze maintiennent les bobines sur les pièces polaires.

Pour diminuer autant que possible les phénomènes de résonance et faciliter le couplage en parallèle, les rotors sont munis d'amortisseurs et d'étouffeurs d'harmoniques du système Leblanc. A cet effet les faces polaires portent, les unes deux grosses cannelures pour le circuit

à gaz pour l'utilisation directe des gaz de sa nouvelle batterie de fours.

III. Épuration. — Les essais précédents montrant la nécessité d'opérer une épuration très parfaite des gaz, un bâtiment spécial, dont les figures 2 à 4 donnent le plan et les coupes, fut construit en vue de cette opération.

Cette usine d'épuration est installée pour l'alimentation de 6 moteurs de 1200 chevaux dont 5 en marche et 1 en réserve. Le gaz est aspiré dans les conduites d'amenée par deux ventilateurs (un de rechange) qui le refoulent sous une pression de 350 mm à 400 mm d'eau au-dessus de la pression atmosphérique. Ces ventilateurs sont prévus pour débiter chacun un volume de gaz un peu supérieur à celui consommé par trois moteurs; un dispositif spécial fait passer du refoulement à l'aspiration la différence entre le volume refoulé par le ventilateur et celui consommé par les trois moteurs.

Le gaz passe alors dans les épurateurs. Ceux-ci sont au nombre de quatre, trois formant un groupe dans lequel le gaz circule méthodiquement; le quatrième est toujours le dernier dans l'ordre de service et fonctionne comme épurateur finisseur; toutefois les quatre peuvent être mis en série. Chaque épurateur se compose d'une cuve en fonte avec couvercle en tôle, de 9 m de longueur, 6 m de largeur et 1,50 m de hauteur; il porte

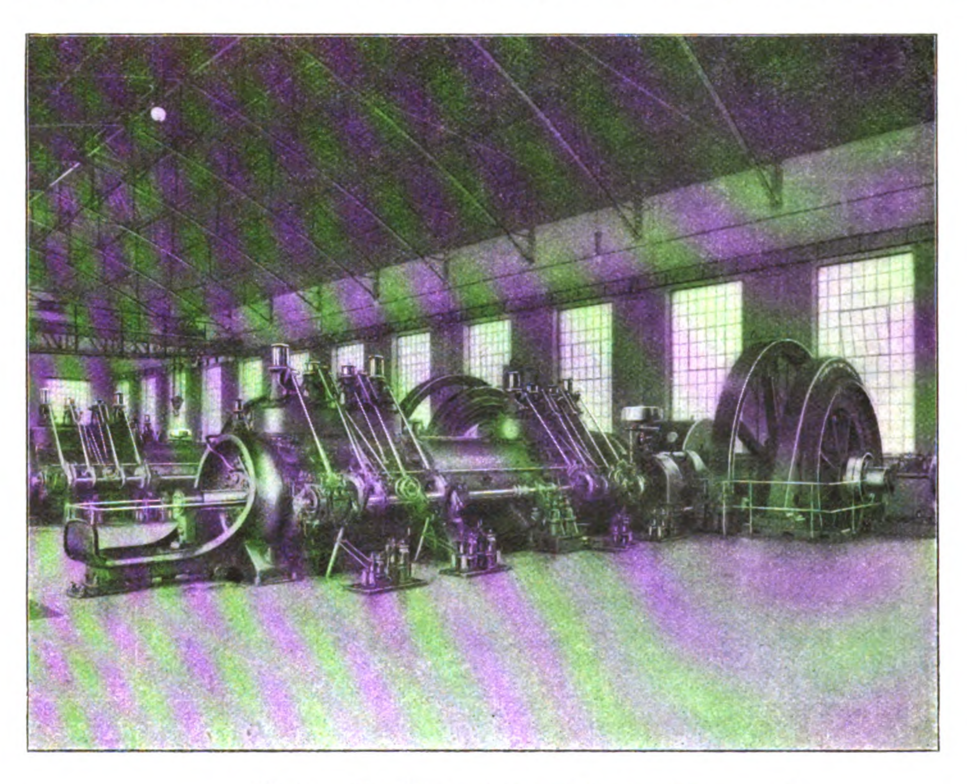


Fig. 6. — Vue d'un moteur à gaz Nuremberg.

deux claies en bois sur lesquelles la matière épurante est étendue sur une épaisseur de 30 cm environ.

Dans le but de n'avoir à renouveler les couches de matière épurante qu'à de longs intervalles, on utilise une pratique aujourd'hui très répandue dans les usines de gaz d'éclairage : on mélange au gaz, avant son entrée dans l'épurateur, une certaine proportion d'air dont l'oxygène revivifie d'une manière continue la matière épurante. Pour que cette proportion reste bien constante, l'air est fourni par un ventilateur actionné par l'arbre d'un compteur placé sur le trajet du gaz; un mécanisme permet d'ailleurs de faire varier la vitesse relative du ventilateur et de l'arbre du compteur et par conséquent de modifier la proportion d'air.

La matière épurante est du minerai de fer des prairies, humide, contenant 40 pour 100 d'eau, 11 pour 100 de silice et 58 pour 100 d'oxyde de fer. Sa puissance d'absorption de soufre sans revivification est de 39 pour 100 de son poids.

L'installation est complétée par un gazomètre de 500 m³ dont, en marche normale, la cloche est toujours maintenue à la partie supérieure de sa course; la réserve maximum que peut contenir le gazomètre est ainsi toujours disponible. Une disposition spéciale rend la pression du gaz constante, quelle que soit la position de la cloche.

IV. Moteurs a gaz. — Du gazomètre le gaz est dirigé vers l'usine dite de Vendin-le-Vieil, prévue pour recevoir six groupes électrogènes, dont trois sont actuellement en fonctionnement. La figure 5 donne une vue d'ensemble



de la salle des machines, des trois groupes installés et du tableau de distribution.

Les moteurs à gaz, construits par la Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinen baugesellschaft Nürnberg A. G,, ont chacun une puissance effective de 1080 chevaux. La figure 6 montre l'un d'eux.

Ces moteurs sont du type à quatre temps, à deux cylindres en tandem à double effet. L'effort moteur se produit donc deux fois par tour comme dans une machine à vapeur ordinaire. Il en résulte une grande régularité de marche, régularité accrue encore par un volant pesant 25 tonnes et ayant 6 m de diamètre. Le choix du poids de la partie tournante, c'est-à-dire volant et alternateur, a d'ailleurs été l'objet d'une étude très minutieuse en raison de ce que les trois alternateurs de l'usine de Vendin doivent pouvoir être mis en parallèle non seulement entre eux, mais encore avec les alternateurs des autres usines des Mines de Lens qui, comme nous l'avons vu, sont commandés les uns par moteur à vapeur à pistons, les autres par turbines, d'autres enfin par moteurs à gaz. Enfin le coefficient d'irrégularité pour un tour, c'est-à-dire le quotient par la vitesse moyenne de l'écart maximum de vitesse, est inférieur à 1 pour 200. Le moment d'inertie total de toute la partie tournante atteint 625000 kg-m². La vitesse angulaire normale est de 107 t : m.

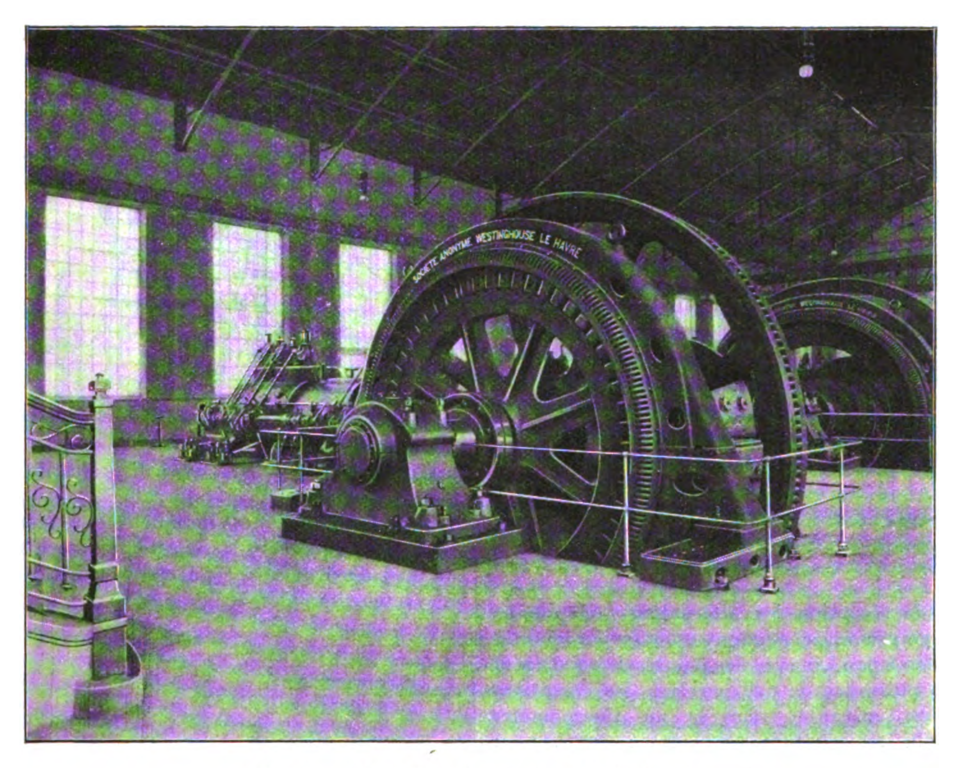


Fig. 7. — Vue d'un alternateur Westinghouse.

L'allumage des moteurs est obtenu par deux petites batteries de 30 éléments, dont la charge s'effectue au moyen de deux petits groupes convertisseurs composés chacun d'un moteur asynchrone et d'une dynamo à courant continu donnant 80 volts. L'une des batteries est en service pendant que l'autre est en charge. Chaque cylindre a deux rupteurs d'allumage par chambre de compression, soit en tout 8 rupteurs par machine.

Le démarrage des moteurs s'effectue au moyen d'air comprimé à 15 kg : cm² enfermé dans deux réservoirs tenus constamment sous pression; cet air est fourni par un compresseur qu'actionne un moteur triphasé, placé dans le sous-sol.

V. Alternateurs. — Les alternateurs, construits par la Société anonyme Westinghouse, sont établis pour donner 940 kv-amp en courants triphasés 5000 volts, 50 p : sec. La figure 7 donne une vue de l'un d'eux.

Le rotor est formé d'un croisillon en fonte d'une seule pièce portant 56 pôles en tôles feuilletées. L'enroulement inducteur est en cuivre nu méplat de 112 mm² de section, enroulé sur champ. Chaque pôle comprend 38 spires isolées les unes des autres par des feuilles de mica. Des supports en bronze maintiennent les bobines sur les pièces polaires.

Pour diminuer autant que possible les phénomènes de résonance et faciliter le couplage en parallèle, les rotors sont munis d'amortisseurs et d'étouffeurs d'harmoniques du système Leblanc. A cet effet les faces polaires portent, les unes deux grosses cannelures pour le circuit

d'amortissement, les autres sept cannelures fines pour le circuit de l'étouffeur d'harmoniques. Dans les premières sont placées des barres de cuivre de haute conductilibité formant cage d'écureuil; dans les secondes des baguettes d'aluminium. Les connections sont faites par des blocs de même métal que les barres correspondantes. En vue d'éviter le déséquilibrage du rotor, les pôles à grosses cannelures, d'une part, ceux à cannelures fines, d'autre part, sont symétriquement répartis.

Le stator est formé par une carcasse en fonte divisée en deux parties par un plan horizontal et dans laquelle sont maintenus par queue d'aronde les segments en tôle d'acier extra doux constituant la partie magnétique. Dans celle-ci sont ménagées 342 cannelures du type semi-fermé, garnies de tubes de micanite. L'enroulement induit est formé de câble de cuivre de 30 mm^2 de section enroulé sur gabarit; le nombre des conducteurs par cannelure est de 6 ou 7 suivant la position. Outre les cannelures précédentes, d'autres, laissées vides, sont réparties sur la circonférence de l'induit en vue de donner à la courbe représentative de l'onde une forme parfaitement régulière.

Des canaux de ventilation sont ménagés dans les tôles de l'induit et de l'inducteur comme l'indique la figure 8.

Ces alternateurs sont établis pour fonctionner pendant 24 heures avec un facteur de puissance égal à 0,85 sous 5000 volts et 100 ampères par phase, sans que l'élévation de température dépasse de plus de 40° C. la température ambiante. En outre, ils peuvent fournir momentanément sans danger 50 pour 100 de surcharge.

Les rendements garantis étaient les suivants :

	Pour $\cos\varphi = 1$	Pour $\cos\varphi = 0,85$.
Pleine charge.........	94,5	93,0
$\frac{3}{4}$ de charge..........	93,5	91,5
$\frac{1}{3}$ de charge..........	91,5	90,0

Aux essais de réception les alternateurs ont donné pour une charge prolongée pendant 8 heures 30 minutes et variant de 600 à 700 kw avec des pointes de 1000 kw et un facteur de puissance de 0,89 environ, les élévations de température suivantes relevées au thermomètre au-dessus de la température ambiante : 30° C. pour l'enroulement du stator, 20° C. pour le fer, 30° C. pour les enroulements inducteurs.

De plus ces alternateurs sont prévus pour supporter des variations brusques de charge de 235 kv-A sous un facteur de puissance de 0,70 avec les variations de tension indiquées ci-dessous, qui tiennent compte des variations instantanées de la vitesse du moteur, de la régulation de l'alternateur et de la variation de vitesse de l'excitatrice entraînée par moteur asynchrone alimenté par l'alternateur :

Pour des charges initiales de....	235	470	705	940 kv-A
les variations de tensions sont	10	9	8	6,5 p. 100

Ces valeurs s'entendent pour un seul groupe en marche dans l'usine; si deux alternateurs marchent en parallèle, les variations de tension sont réduites à la moitié.

VI. Groupes d'excitation. — Le courant d'excitation est fourni par deux groupes convertisseurs Westinghouse; un seul suffit pour alimenter trois alternateurs avec un facteur de puissance égal à 0,85, de sorte qu'il y a toujours un groupe de réserve.

Chaque groupe se compose d'un moteur asynchrone et d'une génératrice à courant continu, montés sur la même base et reliés par accouplement rigide.

Le moteur asynchrone, d'une puissance de 75 kw, est alimenté par du courant triphasé, 50 p:s, 200 volts. Sa vitesse de rotation en charge est de 970 t:m. Il est du type à joues-paliers, ouvert, à rotor bobiné et à bagues

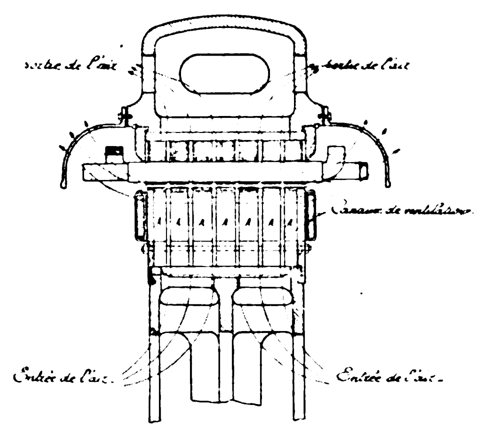


Fig. 8. — Canaux de ventilation des alternateurs.

à l'intérieur des paliers, avec dispositif de mise en court-circuit des enroulements du rotor.

Les chiffres suivants indiquent les rendements garantis des moteurs pour un facteur de puissance à pleine charge de 0,89 ainsi que les rendements trouvés en essais pour un facteur de puissance de 0,895 :

	Rendements garantis.	Rendements aux essais.
Pleine charge.....	89,5 p. 100	89,4 p. 100
$\frac{3}{4}$ de charge..... ..	88,5 »	89,5 »
$\frac{1}{2}$ charge..........	86,5 »	88,4 »

L'élévation de température après 8 heures 30 minutes de marche à pleine charge a été, aux essais, de 45° pour les enroulements du stator et de 26° pour les enroulements du rotor.

La génératrice à courant continu de chaque groupe a une puissance de 65 kw sous 125 volts; elle est à excitation shunt. Les rendements garantis sont de 0,90, 0,89 et 0,865 pour pleine charge, trois quarts de charge, demi-charge. Aux essais, le rendement global du groupe convertisseur a été trouvé de 0,804 à pleine charge, Après 8 heures 30 minutes de marche à pleine charge l'élévation de température a été trouvée de 30° au collecteur, 28° aux enroulements induits, de 22° aux enroulements inducteurs.

VII. Transformateurs réducteurs de tension. — Pour l'alimentation des groupes d'excitation aussi bien d'ailleurs que pour les groupes de charge de la batterie d'allumage des moteurs à gaz et pour l'éclairage, la



tension de 5000 volts fournie par les alternateurs est réduite à 200 volts au moyen de trois transformateurs triphasés. Chacun d'eux a une puissance de 100 kv-A. Ils peuvent supporter leur pleine charge pendant 24 heures sans élévation de température supérieure à 50°. Leurs rendements garantis sont de 0,972, 0,965 et 0,964 pour la pleine charge, trois quarts de charge et demi-charge. La variation de tension entre la marche à vide et la marche à pleine charge est de 1,35 pour 100 pour un facteur de puissance égal à 1 et de 3,5 pour 100 pour un facteur égal à 0,8.

VIII. Tableau de distribution. — Ce tableau doit assurer la commande des diverses machines décrites ci-dessus, leur mise en parallèle avec l'ancienne station et la mise en circuit de 6 feeders pour transmission d'énergie. Il est divisé, par son mode de construction même, en deux parties distinctes : un châssis haute tension à 5000 volts et des panneaux basse tension qui comprennent les appareils de lecture et de manœuvre.

Le châssis haute tension est constitué par une série de cellules ou de galeries séparées les unes des autres par des cloisons en ciment armé. Chaque appareil a sa cellule distincte avec cloisonnements verticaux ou horizontaux; la traversée des cloisonnements par les conducteurs est faite au travers de tubes de passage en porcelaine avec têtes en accordéon; avec ces dispositions tout court-circuit survenant dans une cellule doit, pour se communiquer aux cellules voisines, prendre des proportions telles que le personnel en est averti auparavant.

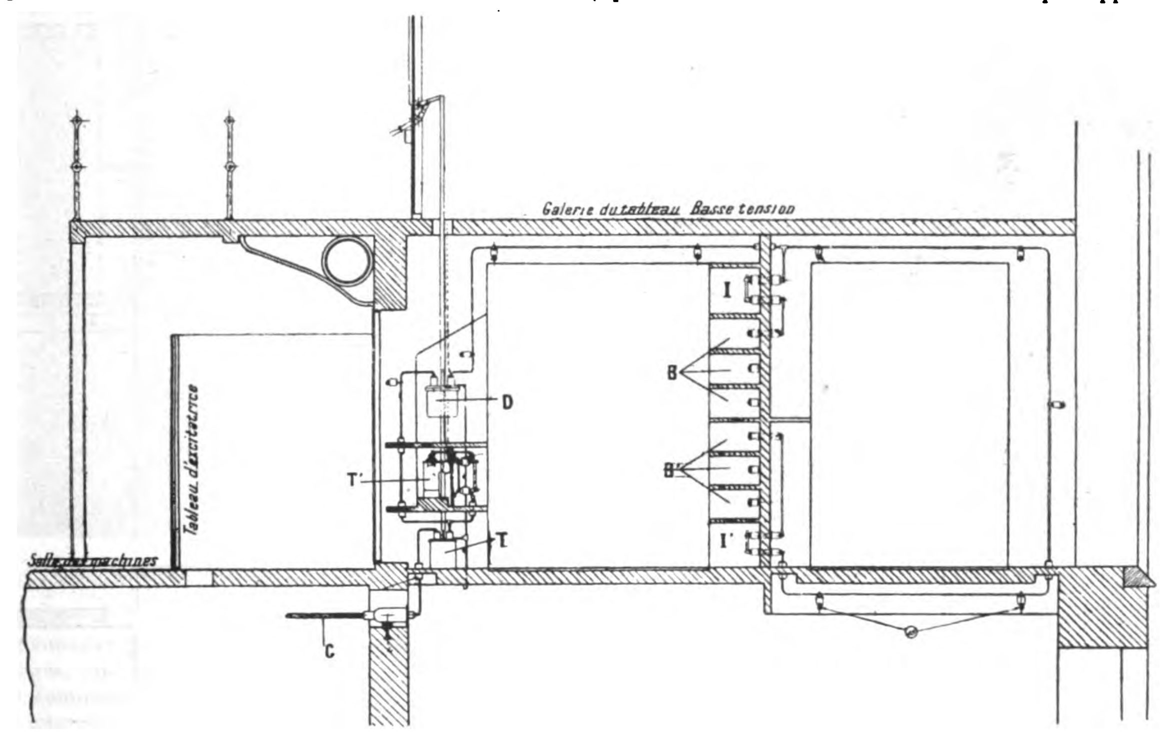


Fig. 9. — Coupe du châssis haute tension des alternateurs.

B, barres; C, câble; D, disjoncteur à huile; I. I', interrupteurs de sectionnement; T, transformateur en série; T', transformateur en dérivation.

Les galeries haute tension des circuits des alternateurs (*fig.* 9) sont comprises entre le niveau de la salle des machines et la plate-forme du tableau basse tension. Les câbles armés venant des bornes des alternateurs pénètrent à la base de ce châssis où ils se séparent en trois circuits correspondant à chacune des phases. Chacun d'eux est alors connecté successivement aux transformateurs série de mesure, au disjoncteur à huile à commande à distance et aux deux jeux de sectionneurs permettant de mettre le courant sur l'un ou l'autre des deux jeux de barres collectrices. Une dérivation est prise avant le disjoncteur pour alimenter les transformateurs shunt et leurs fusibles.

Les barres collectrices au nombre de 6 (2 jeux triphasés) sont étagées en ligne horizontale.

La disposition relative des appareils, d'un côté disjoncteurs et transformateurs (*fig.* 10), de l'autre fusibles et barres collectrices, a été adoptée pour permettre à l'homme de service de voir la position de fonctionnement du disjoncteur quand il veut ouvrir l'un des sectionneurs des barres collectrices. On remarquera que les cellules et galeries sont séparées par un vaste couloir de 2,20 m de largeur, permettant les visites, réparations et entretien, sans être gêné aucunement par les autres circuits en service.

Du côté salle des machines de ce châssis, les galeries

de montée des câbles sont closes par des portes en verre armé démontables.

De l'autre côté des galeries des barres collectrices, on trouve un autre couloir de 2 m environ de largeur

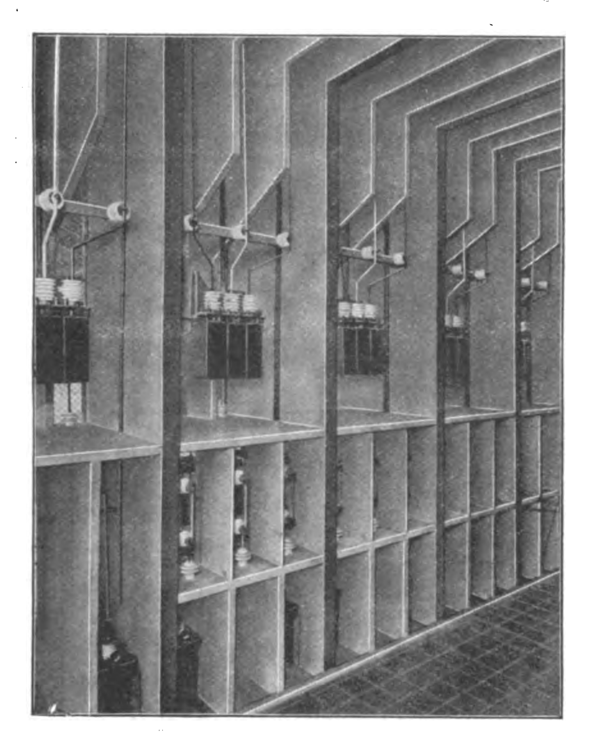


Fig. 10. — Châssis haute tension des alternateurs, côté disjoncteurs.

autour duquel circulent dans des plans verticaux les câbles de liaison des deux jeux de barres, afin d'éviter les croisements.

Au même niveau et à gauche de ce châssis des alternateurs, se trouve le châssis haute tension des transformateurs de 150 kv-A. Les dispositions adoptées sont les mêmes : d'un côté transformateurs série et disjoncteur à huile, de l'autre prolongement des barres collectrices.

En dessous, et par suite en sous-sol de la salle des machines, est installée la salle des transformateurs (*fig.* 11). Ceux-ci sont montés sur roulettes et rails. En cas d'accident, on peut sortir très facilement ces transformateurs en les roulant sur un petit chariot qui longe sur les rails un couloir longitudinal voisin de la salle des transformateurs. Une ouverture prévue dans la maçonnerie, en face de chaque transformateur, permet de faire passer ceux-ci de la salle sur le chariot.

Le côté basse tension des transformateurs est connecté par câble isolé aux panneaux placés au niveau de la salle des machines.

A droite du châssis des alternateurs nous rencontrons des dispositions analogues pour les départs des feeders : transformateurs série et disjoncteurs à huile d'un côté, barres collectrices dans 6 galeries horizontales sur l'autre côté du couloir de niveau (*fig.* 12 et 13).

Le sous-sol est occupé au droit de ces départs, par deux couloirs contenant : les bobines de self-induction du type Westinghouse, dont deux par circuit triphasé sont dans les galeries antérieures, et la troisième, faute de

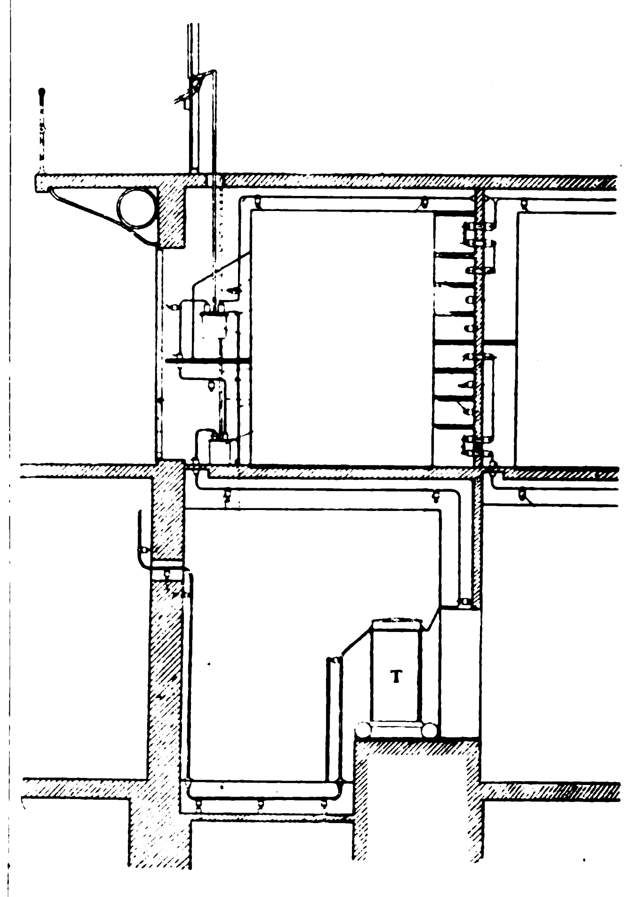


Fig. 11. — Coupe du châssis haute tension des transformateurs.

T, transformateur principal.

place, dans la galerie postérieure; interrupteurs de sectionnement; limiteurs de tension du type Wurtz avec résistances; et boîte de départ pour câble armé.

Enfin, toutes les masses des appareils sont reliées électriquement à un câble de mise à la terre.

Chaque série de trois galeries triphasées correspond sur le tableau basse tension à un panneau de marbre qui porte tous les appareils de mesure et de commande.

Ce tableau basse tension comprend 24 panneaux de marbre verticaux dont 18 sont montés dans une galerie de service dominant la salle des machines, 5 sont au niveau même de cette salle et le dernier est installé dans le sous-sol.

Les 18 panneaux de la galerie comprennent : 1 panneau d'appareils enregistreurs (voltmètre, ampèremètre, et wattmètre); 2 panneaux de commande des transformateurs des deux groupes d'excitation (1 ou 2 ampère-

mètres, un disjoncteur à huile et un relais à temps); 1 panneau en blanc pour un troisième groupe d'excitation; 1 panneau de transformateur des services auxiliaires; 3 panneaux en blanc pour les futurs alternateurs;

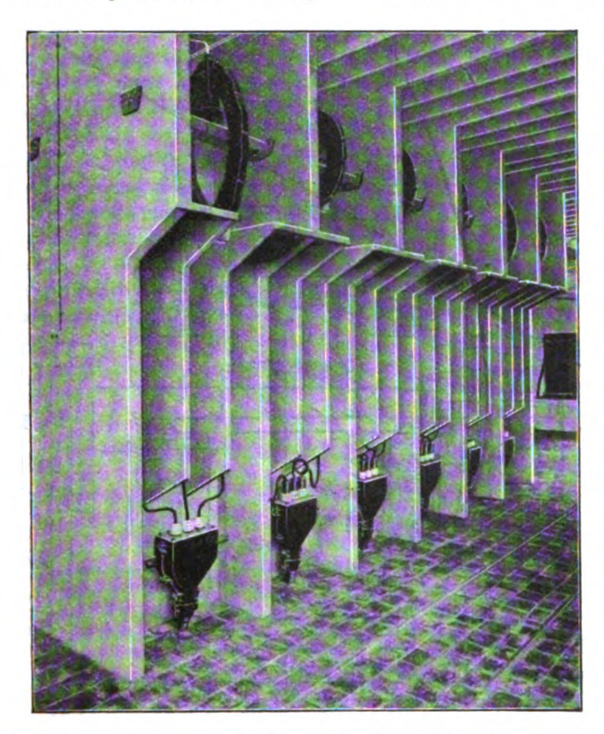


Fig. 12. — Châssis des feeders avec bobines de self-induction et boîtes de départ.

3 panneaux pour les alternateurs actuels (deux ampèremètres, un wattmètre, un bouton de synchronisme, les commutateurs de voltmètres et de fréquencemètre, un interrupteur de champ avec le rhéostat correspondant, un relais à retour de courant et le disjoncteur à huile à déclanchement différé par relais à temps limité); 1 panneau de couplage avec l'ancienne station; enfin 6 panneaux de feeders dont trois sont pour 2500 kv-A et trois pour 1250 kv-A (deux ampèremètres et un disjoncteur à huile avec relais unipolaire à temps limité.

Des cinq panneaux montés au niveau de la salle des machines, deux commandent les deux groupes d'excitation et portent chacun un ampèremètre, un disjoncteur à maximum, un rhéostat d'excitation, un commutateur de voltmètre et un interrupteur unipolaire à simple direction; sur le marbre inférieur est un démarreur triphasé pour le moteur asynchrone. Entre ces deux panneaux est réservé un panneau blanc pour le troisième groupe d'excitation. Le quatrième panneau est affecté à l'éclairage de l'usine et porte 6 interrupteurs bipolaires avec coupe-circuits fusibles. Enfin le cinquième panneau commande les circuits d'allumage des moteurs à gaz et des batteries et groupes correspondants.

Le panneau du sous-sol assure le service des petits moteurs de l'usine et comprend 4 ampèremètres et 4 interrupteurs avec fusibles.

Toutes les connexions haute tension sont en fil nu, tendu sur isolateurs du type accordéon; les divers tronçons sont connectés par des serre-fils disposés en vue d'un démontage facile; les traversées des cloisons se font dans des tubes de porcelaine essayés à 25000 volts. Les connexions basse tension des transformateurs de mesure aux appareils sont faites en fil isolé placé sous tube Bergmann de 23 mm. Les connexions des alternateurs au tableau sont en câble armé pour 5000 volts à trois torons symétriques; ces connexions sont tendues sur isolateurs à la voûte du sous-sol.

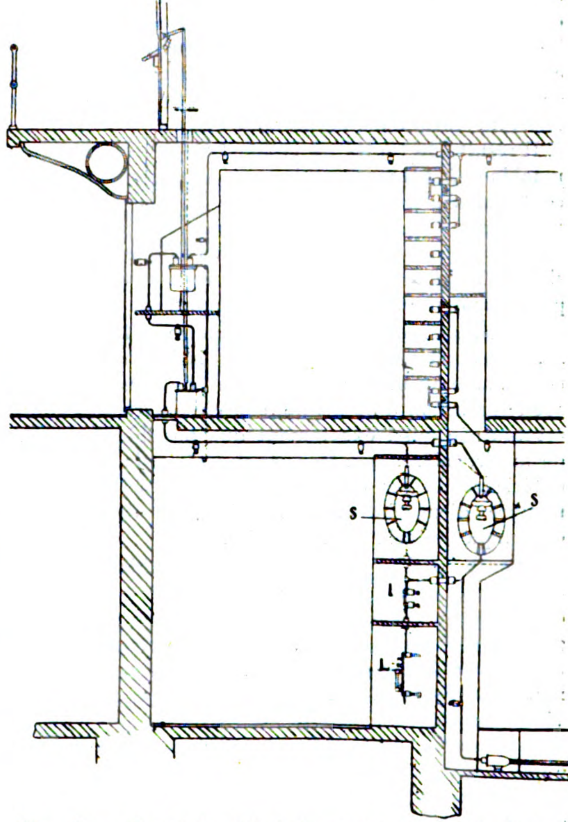


Fig. 13. — Coupe du châssis haute tension des feeders. L, limiteur de haute tension; S, bobine de self-induction.

IX. Résultats d'exploitation. — Mise en route en novembre 1909, l'usine a fonctionné depuis ce jour dans d'excellentes conditions. La consommation moyenne de gaz, présentant un pouvoir calorifique de 3650 calories, est environ de 865 litres par kilowatt-heure pour une charge légèrement inférieure à la pleine charge.

J. Blondin.

DYNAMOS.

Réflexions sur le clavetage des tôles d'induits à courant continu.

Les dynamos à courant continu sont actionnées le plus souvent à l'aide de courroies de transmission passant

sur le volant de la machine motrice. Ces courroies sont suffisamment élastiques pour amortir les variations de vitesse du moteur, variations de vitesse qu'on s'efforce de rendre aussi faibles que possible par l'emploi de volants lourds et de machines à plusieurs cylindres.

Les réceptrices sont placées à peu près dans les mêmes conditions de fonctionnement; elles actionnent en général des lignes de transmission à l'aide de courroies, et les machines qu'il s'agit de mettre en mouvement sont également actionnées à l'aide de courroies qui servent d'intermédiaires élastiques entre la machine utilisant l'effort moteur et la machine réceptrice produisant cet effort. En outre, les machines actionnées possèdent en général un volant particulier dans le cas où le couple résistant varie dans de grandes limites.

Il résulte de toutes les circonstances ci-dessus que les machines à courant continu, génératrices et réceptrices, sont soustraites d'une manière presque absolue aux variations de couple et aux variations périodiques de vitesse, de sorte que la liaison mécanique entre le croisillon d'induit claveté sur l'arbre et le noyau de tôles a peu à souffrir en général de ces deux sortes de variations.

Les tôles d'induit, jusqu'au diamètre de 1,20 m environ, sont découpées d'une seule pièce, isolées d'une manière convenable au moyen de papier ou de vernis et empilées sur le croisillon d'induit dont la circonférence extérieure est tournée aussi exactement que possible au diamètre de la circonférence intérieure des tôles; la circonférence extérieure de ces disques est poinçonnée d'un certain nombre d'encoches rectangulaires, ou de forme plus compliquée si cela est nécessaire.

Dans le cas le plus général des machines à courant continu, ces encoches doivent former par l'empilage des tôles un certain nombre de rainures parallèles aux génératrices du cylindre : il est donc indispensable de faire l'empilage suivant un guide qui empêche d'une manière absolue le chevauchement des pleins et des vides des tôles.

Ce résultat est obtenu par l'emploi d'une clavette-guide fixée au croisillon d'induit; les tôles portent sur leur circonférence intérieure une encoche de la forme de la clavette; cette encoche sert à fixer les tôles pendant le poinçonnage, de sorte que les disques se présentent de la même manière pendant l'empilage : la coïncidence absolue des différentes encoches est ainsi obtenue de la manière la plus simple.

Les tôles empilées en nombre suffisant sont ensuite serrées entre deux plateaux de fonte ou d'acier à l'aide de boulons qui peuvent être disposés de différentes manières, mais qui en général ne traversent pas les tôles; la figure 1 montre ce mode de montage appliqué à un moteur pour compresseur de 35 chevaux à 120 tours par minute.

Le serrage du paquet de tôles est très énergique et la transmission de l'effort moteur de l'arbre au noyau induit est amplement assurée dans le cas le plus général de la commande par courroie, ou même dans le cas de la commande par machine à vapeur à grande vitesse, car la dynamo devant presque toujours assurer le service d'éclairage par incandescence, on a dû demander au constructeur du moteur à vapeur un coefficient d'irrégularité très petit (un deux-centième environ), les réceptrices se trouvant placées dans une situation équivalente pour les raisons que nous avons examinées plus haut.

Dans le cas d'accouplement direct à des moteurs à

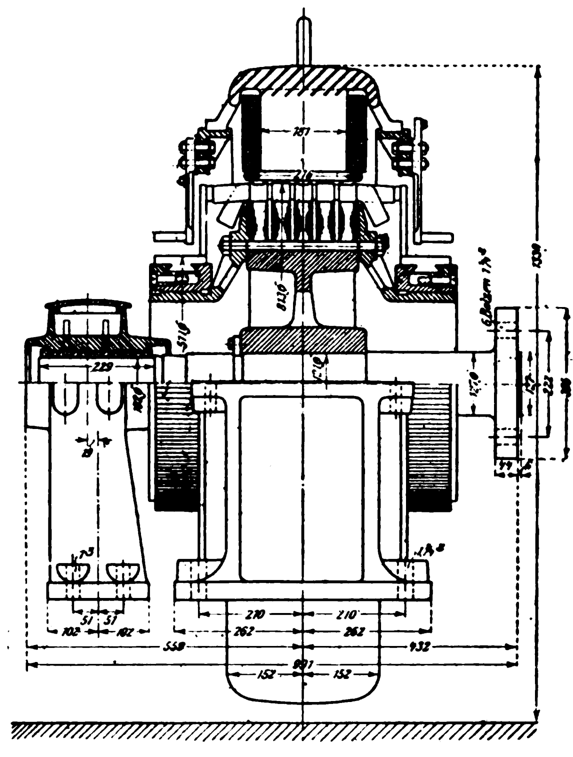


Fig. 1.

gaz ou à pétrole, il est difficile de réaliser le coefficient d'irrégularité indiqué plus haut, car on serait conduit à faire des volants très lourds que les paliers normaux des moteurs ne pourraient supporter.

Les dynamos accouplées à ces moteurs doivent être construites spécialement pour résister aux variations d'effort, qui peuvent dépasser de beaucoup les variations observées dans le cas des machines à vapeur; on arrive facilement à un résultat convenable en renforçant les différentes pièces et boulons de serrage : il en résulte une certaine augmentation de poids et de prix, mais le bon fonctionnement est parfaitement assuré par cette modification simple.

Dans certains cas, cependant, ces précautions ne sont pas suffisantes, par exemple, quand, pour une raison quelconque, le moteur à explosion ne peut recevoir de volant, ce qui se présente dans certaines applications spéciales; on augmente alors le nombre de cylindres moteurs et l'on considère le problème comme résolu au point de vue du moteur thermique; il ne l'est pas du tout en ce qui concerne la dynamo.

En effet, le couple sur l'arbre de la dynamo en fonction du temps est très loin d'être uniforme, il affecte le plus souvent une forme telle que celle de la figure 2;

ce couple peut même devenir négatif dans certaines circonstances, comme le montre la figure 3, et c'est ce cas le plus défavorable que nous allons examiner en détail.

Les diagrammes ci-dessus se rapportent à la pleine charge du moteur, et par suite à la pleine charge de la dynamo, qui oppose au mouvement un certain couple résistant égal au couple moteur moyen et que nous supposerons constant pour le moment.

A partir de l'instant où le couple moteur devient égal au couple résistant et passe au-dessous de cette valeur, jusqu'au moment où le couple moteur devient de nouveau égal au couple résistant pour passer au-dessus de cette valeur, le mouvement se continue par suite de l'inertie de l'induit, ce dernier travaille alors comme volant; les oscillations de la vitesse autour de la vitesse moyenne sont faciles à déterminer comme suit.

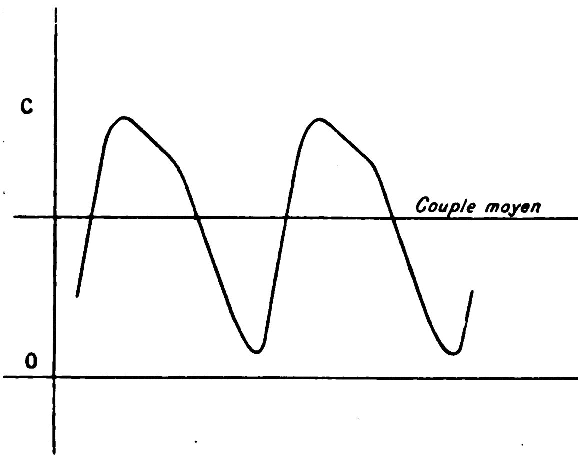


Fig. 2.

Les courbes des figures 2 et 3 montrent l'allure générale du couple moteur pendant un tour ou une fraction de tour pour un moteur à explosions à plusieurs cylindres;

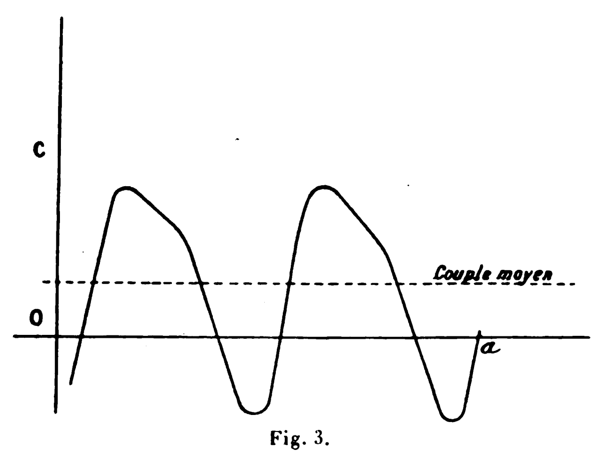


Fig. 3.

la courbe représentative des efforts tangentiels peut être décomposée en une série harmonique suivant la formule de Fourier ou en utilisant l'une des nombreuses méthodes graphiques proposées en ces dernières années (Houston et Kennelly, Fischer-Hinnen, Runge, *E. T. Z.*, 1905).

On peut utiliser aussi l'analyseur de Mader (*La Revue électrique*, 30 mai 1910, p. 382) qui donne des résultats suffisamment exacts pour la pratique.

Il y a lieu de noter d'ailleurs que le volant, l'induit dans le cas actuel, amortit rapidement les oscillations de fréquence élevée et que l'onde fondamentale subsiste seule, et nous supposerons dans ce qui va suivre que l'oscillation du couple moteur autour de la valeur moyenne est simplement sinusoïdale et que le couple peut être représenté par l'expression

$$C_a = C_m + A \sin \alpha t,$$

le terme A, maximum de l'amplitude, pouvant d'ailleurs être plus grand que la valeur du couple moyen, ce qui suppose un couple négatif pendant une partie de la rotation.

Sous l'action du couple moteur variable, l'induit prend une vitesse variable; si son circuit de charge est constitué par une résistance morte, le courant débité, et par suite le couple résistant, varie en fonction de la vitesse.

Appelons C le couple résistant moyen, C_a le couple moteur instantané, et C_z le couple résistant à un instant quelconque; il vient

$$(1) \qquad C_a = C_m + A \sin \alpha t$$

et

$$(2) \qquad C_z - C_m = B(\omega - \omega_m),$$

ω_m étant la vitesse angulaire moyenne, et ω la vitesse angulaire à un moment quelconque, B un coefficient qui montre la proportionnalité entre la variation de vitesse et la variation du couple résistant; il vient en outre

$$(3) \qquad C_a - C_z = I\frac{d\omega}{dt},$$

expression dans laquelle I est le moment d'inertie polaire de l'induit; on voit par cette équation que l'excès du couple moteur sur le couple résistant est utilisé à l'accélération des masses mobiles.

On tire des relations (1) (2) et (3) l'équation différentielle suivante :

$$(4) \qquad B(\omega - \omega_m) + I\frac{d\omega}{dt} = A \sin \alpha t,$$

ou en posant

$$(\omega - \omega_m) = v,$$

on obtient

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{dv}{dt},$$

il vient :

$$(5) \qquad Bv + I\frac{dv}{dt} = A \sin \alpha t,$$

équation analogue à celle d'un circuit électrique com-

1.....

portant une self-induction et une résistance, alimenté par une force électromotrice sinusoïdale :

$$ri + l\frac{di}{dt} = E \sin \alpha t.$$

On a, comme on sait,

$$i = \frac{E}{\sqrt{r^2 + l^2\alpha^2}} \sin(\alpha t - \varphi)$$

avec

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{\alpha l}{r},$$

et il vient par suite pour notre cas particulier :

$$(6) \qquad v = \frac{A}{\sqrt{B^2 + \alpha^2 I^2}} \sin(\alpha t - \varphi),$$

avec

$$(7) \qquad \operatorname{tang} \varphi = \frac{\alpha I}{B}.$$

L'effet de l'oscillation sinusoïdale du couple représenté par l'équation (1) est une oscillation de vitesse, également sinusoïdale, dépendant de la nature de la charge de l'induit et du moment d'inertie de cet induit, et décalée en arrière d'un angle φ facile à déterminer.

En général les variations de vitesse autour de la vitesse moyenne sont assez faibles, de sorte qu'il est possible le plus souvent de négliger le terme Bv qui tient compte de ces variations et écrire

$$(8) \qquad I\frac{dv}{dt} = A \sin \alpha t + v_m,$$

d'où l'on tire

$$(9) \qquad v = -\frac{A}{\alpha I} \cos \alpha t;$$

la variation de vitesse est encore sinusoïdale et décalée en arrière de 90° par rapport à la variation du couple moteur.

L'expression (9) permet de calculer facilement l'écart maximum entre la vitesse moyenne et la vitesse instantanée; avec les dimensions des induits des machines ordinaires qui ne sont pas établies spécialement en vue de ce fonctionnement, l'écart de vitesse angulaire peut atteindre 7 à 8 pour 100 en plus ou en moins, si le couple moteur a une amplitude d'oscillation, A, égale à la valeur du couple moyen.

Au point de vue des clavettes, aussi bien sur l'arbre que sur les tôles d'induit, il convient de remarquer qu'elles ont à transmettre à la masse de l'induit un effort double de l'effort normal; elles doivent donc être établies en conséquence, le clavetage ordinaire pouvant ne pas convenir dans ce cas particulier.

Nous avons vu que la clavette était en général une simple clavette de guidage, suffisante, dans la grande majorité des cas, pour assurer l'entraînement; mais dans le cas qui nous occupe, cette clavette travaille alternativement sur ses deux faces; comme elle n'est pas ajustée, et que par suite elle a un certain jeu, il en résulte un mouvement relatif du moyeu d'induit par rapport au noyau de tôles, le jeu de la clavette devant être rattrapé dans les deux sens plusieurs fois par tour, quand le couple du moteur devient négatif.

Considérons l'instant où le couple moteur est exactement égal au couple résistant; à partir de ce moment, le couple moteur diminuant, la pression sur la face de la clavette diminue jusqu'à s'annuler au moment où le couple moteur passe par zéro; les tôles de l'induit continuent leur mouvement en raison de leur inertie et viennent s'appliquer sur la face opposée de la clavette; elles entraînent alors le moyeu d'induit et les organes résistants de la machine, jusqu'à ce que le couple du moteur devienne positif de nouveau.

Au moment où le couple devient positif, le moyeu d'induit augmente de vitesse et vient de nouveau appliquer la face motrice de la clavette sur la surface correspondante de la rainure dans les tôles; suivant le mode de variation du couple, cette mise en prise peut être plus ou moins violente et préjudiciable à la conservation de la clavette, c'est ce cas particulier que nous allons étudier.

Pendant le temps que le moyeu d'induit, et par suite la clavette, met à venir de nouveau en contact avec la face de la rainure, c'est-à-dire qu'il met à rattraper le jeu, le couple moteur est utilisé à accélérer le mouvement du moyeu d'induit; le moment d'inertie de ce dernier étant désigné par I, il vient

$$(10) \qquad I\frac{d^2\varphi}{dt^2} = C,$$

φ étant l'angle de rotation et C le couple moteur variable en fonction du temps.

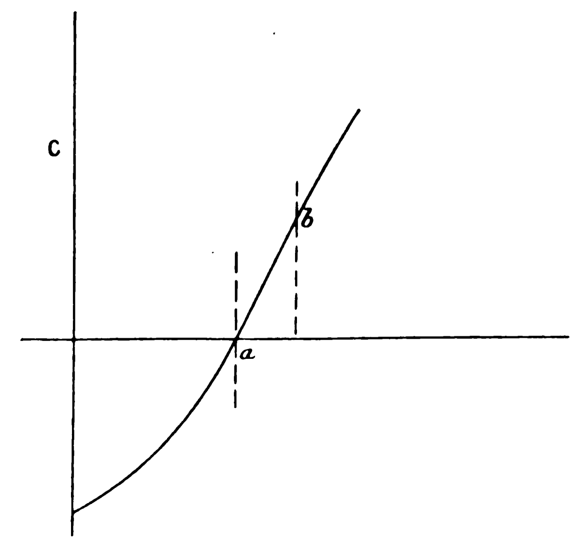


Fig. 4.

La courbe représentative de ce couple peut être regardée comme une portion de droite (*fig.* 4) pendant le temps très court nécessaire au déplacement angulaire

correspondant au jeu de la clavette (1); en conséquence nous pouvons poser

$$C = kt, \tag{11}$$

et l'équation du mouvement du moyeu d'induit devient

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = kt, \tag{12}$$

on tire de là

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega = \frac{k}{I} \frac{t^2}{2} + A; \tag{13}$$

au temps $t = 0$, la vitesse angulaire de tout le système est égale à la vitesse angulaire moyenne ω_m, d'où

$$A = \omega_m$$

et

$$\frac{d\varphi}{dt} = \omega = \frac{k}{I} \frac{t^2}{2} + \omega_m. \tag{14}$$

Intégrant de nouveau, il vient

$$\varphi = \frac{k}{I} \frac{t^3}{6} + \omega_m t + B; \tag{15}$$

au temps $t = 0$, l'angle φ est égal à zéro, d'où

$$\varphi = \frac{k}{I} \frac{t^3}{6} + \omega_m t. \tag{16}$$

L'angle φ est déterminé par le jeu de la clavette; pendant le temps t, l'induit s'est déplacé d'un angle $\omega_m t$, de sorte que le seul terme qui nous intéresse est

$$\varphi' = \frac{k}{I} \frac{t^3}{6}, \tag{17}$$

on en tire le temps nécessaire pour le changement de sens de l'appui de la clavette.

Cette valeur de t, mise dans l'expression (13) de la vitesse angulaire, nous donnera la valeur de cette vitesse à la fin de la période d'accélération; cette vitesse peut différer notablement de la valeur moyenne ω_m de la vitesse de la masse de l'induit.

Au moment de la mise en prise des deux masses, il y a choc; l'effet de ce choc est supporté pour la plus grande partie par la clavette. En effet, la masse des tôles ne subit pas d'accélération notable lors de cette mise en prise; d'autre part, la surface de métal de l'induit travaillant au cisaillement (AB, *fig.* 5) est pour ainsi dire infinie, de sorte qu'il est logique d'admettre que tout le travail du choc est absorbé par la clavette sous forme d'énergie potentielle, tant que la déformation qui en résulte est élastique.

(1) On remarquera qu'il ne peut plus être question de l'onde fondamentale de la courbe du couple, mais bien de cette courbe même; sur la courbe du couple, au point a, par exemple (*fig.* 3), la variation du couple moteur peut être extrêmement brusque, et c'est ce qui détermine le coefficient k qui figure dans l'expression de la valeur du couple en fonction du temps.

La vitesse angulaire du moyeu d'induit, par rapport à celle de l'induit, est

$$\omega = \frac{k}{I} \frac{t^2}{2}, \tag{18}$$

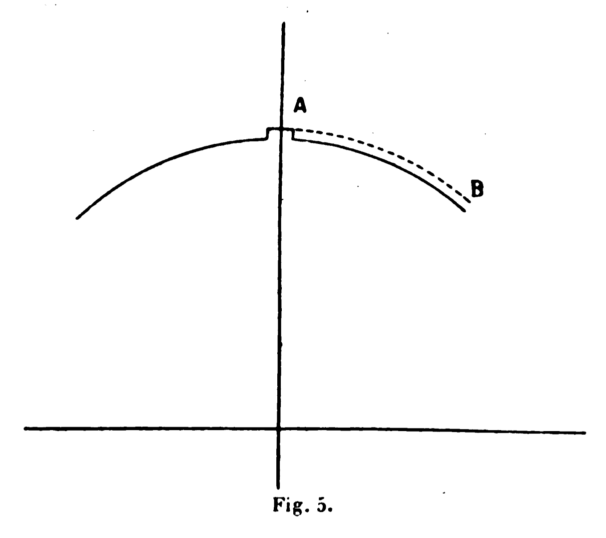


Fig. 5.

ainsi que nous l'avons vu; la puissance vive du système est égale à

$$F = I \frac{\omega^2}{2}, \tag{19}$$

or c'est cette puissance vive qui est absorbée entièrement par la déformation de la clavette, déformation que nous allons apprécier.

Considérons un parallélépipède sur lequel agissent seulement les efforts tranchants τ (*fig.* 6). Sous l'action

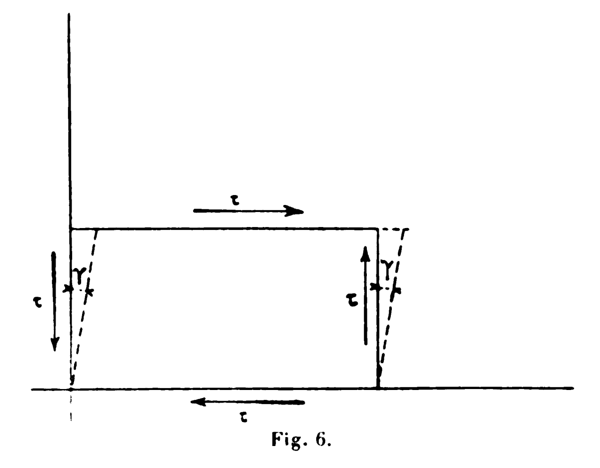


Fig. 6.

de ces efforts, les angles du parallélépipède primitivement droits subiront une certaine déformation; appelons γ la variation de l'angle, variation toujours très petite si la déformation est élastique; on peut alors écrire :

$$\gamma = \frac{\tau}{G}, \tag{20}$$

G étant le module d'élasticité du métal pour le cisaillement.

L'énergie potentielle emmagasinée dans la pièce déformée est égale au produit du déplacement total par la valeur moyenne de la force qui a produit ce déplacement, c'est-à-dire égale à

$$E = \frac{1}{2}\tau\gamma = \frac{1}{2}\frac{\tau^2}{G}; \tag{21}$$

pour une pièce de section S l'énergie potentielle est égale à

$$E' = \frac{1}{2}\frac{\tau^2}{G}S,$$

et si l'on remarque que l'effort tranchant que doit supporter la clavette est égal à

$$T = S\tau,$$

il vient

$$E' = \frac{T^2}{2GS}, \tag{22}$$

expression à l'aide de laquelle on peut obtenir la valeur de l'effort tranchant.

On a en effet

$$E' = F, \tag{23}$$

d'où

$$T^2 = I\frac{\omega^2}{2}2GS = I\omega^2 GS;$$

tirant ensuite des expressions (17) et (18) la valeur de ω, on obtiendra, toutes réductions faites,

$$T^2 = \frac{1}{4}\frac{GSk^2}{I}\left(\frac{6\varphi' I}{k}\right)^{\frac{4}{3}}.$$

A l'aide de cette expression, on peut facilement calculer le coefficient de fatigue, la contrainte du métal de la clavette, on trouve

$$\tau = \frac{T}{S} = \frac{k}{2S}\sqrt{\frac{G}{IS}}\left(\frac{6\varphi' I}{k}\right)^{\frac{2}{3}},$$

expression qui montre que le métal fatigue d'autant plus que le coefficient k est plus grand, c'est-à-dire d'autant plus que la variation du couple moteur est plus grande; pendant le temps que met le moyeu d'induit à rejoindre le paquet de tôles, le coefficient de fatigue est proportionnel à la racine deux tiers de l'angle φ' du déplacement.

En appliquant ces formules à des cas pratiques, nous avons trouvé une fatigue du métal de la clavette plus grande que 40 kg par millimètre carré avec un jeu dans la rainure de 0,5 mm, ce qui aurait certainement conduit au cisaillement de cette clavette après un certain temps de fonctionnement.

Le clavetage des tôles d'induit sur le moyeu doit être exécuté d'une manière parfaite, tout au moins dans le cas où la machine motrice ou l'organe récepteur ont un couple très variable, pouvant même changer de sens, car alors le choc qui résulte de cette marche par suite du déplacement alternatif du moyeu d'induit à l'intérieur du paquet de tôles peut amener des accidents graves.

Une clavette ajustée sur ses deux faces latérales aurait simplement à résister au couple effectif et serait par suite dans des conditions de sécurité beaucoup plus favorables.

Dans tout ce qui précède nous avons supposé que les plateaux de serrage du paquet de tôles étaient complètement indépendants du moyeu d'induit : ils participent donc au mouvement des tôles et n'ont aucune influence sur le mouvement relatif du croisillon par rapport aux tôles.

E. BOULARDET.

MOTEURS THERMIQUES.

Analyseur-enregistreur Ados pour le contrôle de la chauffe.

Pendant longtemps, ingénieurs-électriciens et ingénieurs mécaniciens se sont efforcés avant tout d'améliorer le rendement des machines génératrices électriques et des machines à vapeur. On a enfin reconnu qu'il importait peu de dépenser tant d'ingéniosité à augmenter de quelques millièmes le rendement de ces machines, alors que le rendement des générateurs de vapeur peut varier de plusieurs dixièmes suivant la manière dont le chauffeur entretient ses foyers. Aussi depuis quelques années les ingénieurs et les chefs d'industrie se préoccupent-ils surtout d'améliorer le rendement des chaudières.

Mais pour améliorer ce rendement, aussi bien que pour contrôler si les prescriptions faites dans ce but aux chauffeurs sont suivies, il faut des appareils de mesure enregistreurs, en particulier des appareils capables d'évaluer le degré plus ou moins complet de la combustion du charbon sur les grilles. Or, pour étudier une combustion, il faut nécessairement faire une analyse des gaz résultant de cette combustion; c'est là une opération délicate, exigeant des appareils en verre dont la fragilité s'accommode mal avec les manutentions brutales qui s'exécutent dans une chaufferie. D'autre part il faut encore que cette analyse s'exécute rapidement et automatiquement et que ses résultats s'enregistrent de façon continue; ce sont là des conditions qu'il n'est évidemment pas facile de réaliser.

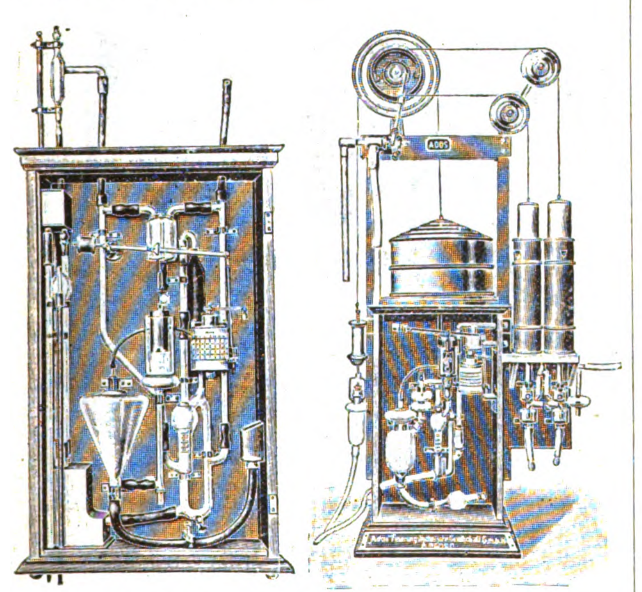
Malgré ces difficultés plusieurs appareils destinés au contrôle de la chauffe ont été mis sur le marché. Nous donnons ci-dessous la description de l'un d'eux, l'analyseur-enregistreur Ados [1], qui, si l'on en juge par les nombreuses applications qui en ont été faites en Allemagne et en Autriche, semble satisfaire aux conditions multiples que doit remplir un appareil de ce genre.

Le principe en est très simple. Supposons que la combustion du charbon soit absolument complète et soit réalisée avec la quantité d'air strictement nécessaire. L'air renfermant 21 pour 100 en volume d'oxygène, et l'oxygène, en se combinant avec le carbone, donnant un volume d'anhydride carbonique CO^2 égal à son propre volume, les gaz provenant de la combustion doivent alors renfermer 21 pour 100 de gaz carbonique. Si la combustion est imparfaite, en d'autre termes si la quantité d'air passant dans le foyer est plus grande que la quantité théorique, les gaz de la combustion seront moins riches en

(1) Orenstein et Koppel, 31, rue de Londres, Paris, concessionnaires pour la France.

anhydride carbonique que dans le cas précédent. On conçoit donc que la détermination de la proportion d'anhydride carbonique contenue dans les gaz de la combustion puisse renseigner sur la quantité d'air admise aux foyers. Or toute quantité admise au delà de celle strictement nécessaire donne lieu à une perte de chaleur puisque cet excès d'air absorbe inutilement de la chaleur pour se chauffer depuis la température ambiante jusqu'à la température des gaz à leur sortie de la chaudière. Le dosage de la proportion d'anhydride carbonique donnera donc en même temps une indication sur l'utilisation plus ou moins satisfaisante de la chaleur dégagée par la combustion du charbon.

Il convient toutefois de remarquer qu'en pratique on ne peut se contenter de la quantité d'air théoriquement suffisante : par suite du rapide passage de l'air à travers le charbon une partie de l'oxygène échappe à la combinaison et il faut un excès de ce gaz pour réaliser pratiquement une combustion complète du charbon. On admet généralement qu'il convient de prendre un excès d'air égal à environ 30 pour 100 du volume théorique. Mais cela ne change en rien le principe de l'interprétation des indications de l'appareil : au lieu de considérer la combustion comme parfaite lorsque la proportion d'anhydride carbonique atteint 21 pour 100, on doit la considérer comme pratiquement parfaite pour une teneur en gaz carbonique de 15 pour 100 environ.



Modèle à trompe à eau. Modèle à mécanisme dynamique.

Fig. 1 et 2. — Analyseur-enregistreur Ados pour le contrôle de la combustion.

Quant au dosage du gaz carbonique il s'effectue en mettant un volume connu des gaz de la combustion en contact avec une solution concentrée de potasse, laquelle absorbe l'anhydride carbonique. L'appareil doit donc comprendre un récipient mesureur emmagasinant toujours le même volume gazeux sous la même pression, un récipient d'absorption par la potasse et, enfin, un dispositif permettant d'évaluer le volume gazeux restant après l'absorption. A ces organes doivent d'ailleurs être adjoints un enregistreur dont les indications sont proportionnelles à ce dernier volume gazeux, et un aspirateur puisant les gaz dans le carneau de sortie du foyer et les amenant dans l'appareil après leur avoir fait traverser un filtre destiné à retenir les poussières en suspension.

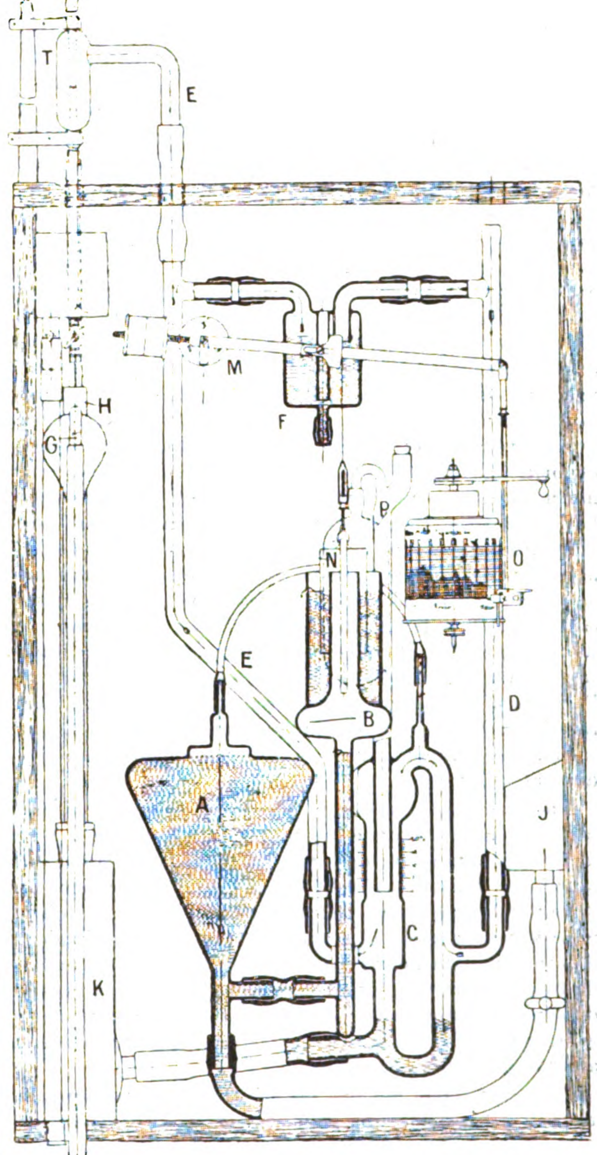


Fig. 3. — Schéma du modèle fonctionnant avec une trompe à eau.

Dans les appareils Ados l'aspiration est produite, soit par une trompe à eau, soit par deux petites pompes à cloches mises en mouvement par un mécanisme actionné

1......

par la dépression résultant du tirage de la cheminée. Les figures 1 et 2 donnent une vue de l'un et l'autre modèle.

Le schéma de l'appareil actionné par l'eau est représenté par la figure 3.

La trompe T aspire les gaz à travers les tubes E, le récipient mesureur C et le tube D lequel est en communication avec le carneau de la chaudière. L'eau sortant de la trompe est recueillie dans un récipient d'où, par un robinet réglable, elle tombe par le tube H dans le réservoir K au fond duquel se trouve de la glycérine. Sous la pression de cette eau, la glycérine monte dans le récipient mesureur C et vient obturer les orifices des tubes D et E; un branchement, avec vase F à soupape hydraulique, établi sur le tube D livre alors passage aux gaz aspirés par la trompe dont le fonctionnement est continu. La glycérine continuant à monter, le gaz enfermé dans le récipient mesureur est d'abord refoulé par le tube central dans un ballon en caoutchouc P, muni d'une soupape de sûreté, puis, la glycérine montant toujours, l'orifice inférieur du tube aboutissant à P est obturé et le gaz, dont le volume est alors de 100 cm³, est maintenant refoulé dans le vase d'absorption A qui a été préalablement rempli d'une solution de potasse au moyen de l'entonnoir J. L'anhydride carbonique est absorbé et le mélange gazeux restant, pressant sur la potasse, fait monter celle-ci dans l'ampoule B surmontée d'un tube qui la fait communiquer avec l'intérieur d'une cloche N, plongeant dans un liquide et portant suivant son axe un tube étroit. Tant que le niveau de la potasse dans l'ampoule est au-dessous de l'orifice inférieur de ce dernier tube, l'air contenu dans l'ampoule peut s'écouler librement; mais si, par suite de la présence d'une trop grande quantité de gaz non absorbables dans le récipient A, le niveau continue à s'élever dans l'ampoule B, le gaz enfermé dans cette ampoule soulève la cloche, et celle-ci, par l'intermédiaire du fil qui la soutient et d'un levier à contrepoids M, fait mouvoir l'aiguille d'un appareil enregistreur à mouvement d'horlogerie O. Une indication, fonction de la quantité de gaz carbonique contenu dans les gaz de combustion, se trouve donc ainsi inscrite.

Mais, pendant que se sont effectuées les dernières opérations, l'eau a continué de monter dans le récipient K et le tube H. Comme sur ce dernier est branché un siphon G, ce siphon finit par s'amorcer et l'eau du récipient K s'écoule. La glycérine descend alors dans le récipient mesureur en aspirant les gaz contenus dans le récipient d'absorption ainsi que ceux du ballon P. Bientôt l'orifice du tube d'aspiration E se trouve dégagé et les gaz venant du carneau remplissent à nouveau le récipient mesureur en entraînant les gaz usés qui s'y trouvaient. Une nouvelle analyse peut donc être faite.

Dans le modèle mû par un mécanisme dynamique, la trompe est supprimée; pour donner à la glycérine le mouvement alternatif nécessaire au refoulement et à l'aspiration des gaz dans le vase d'absorption A, on fait monter et descendre le récipient K par le mécanisme même qui fait mouvoir les cloches d'aspiration dans le foyer. Le fonctionnement de ce modèle est d'ailleurs identique à celui du modèle précédent. Nous n'y insisterons donc pas, nous bornant à donner en figure 4 une vue d'une installation de ce modèle.

Ajoutons quelques mots sur l'interprétation des indications fournies par l'appareil. On a vu que le relèvement de la plume de l'enregistreur est d'autant plus grand que la proportion de gaz carbonique dans les gaz de la combustion est plus faible. Cette proportion ne pouvant dépasser 20 pour 100, on règle le niveau de l'orifice du tube central de la cloche N de manière que cet orifice ne soit fermé que quand la proportion est au-dessous de 20 pour 100; de la sorte, la plume ne se met en mouvement que pour une teneur inférieure à 20 pour 100. En outre, on règle le déplacement de la cloche de façon que l'aiguille arrive au bout de sa course quand la teneur en gaz carbonique est nulle. Le tracé de la plume indique dès lors la proportion de gaz carbonique à chaque analyse.

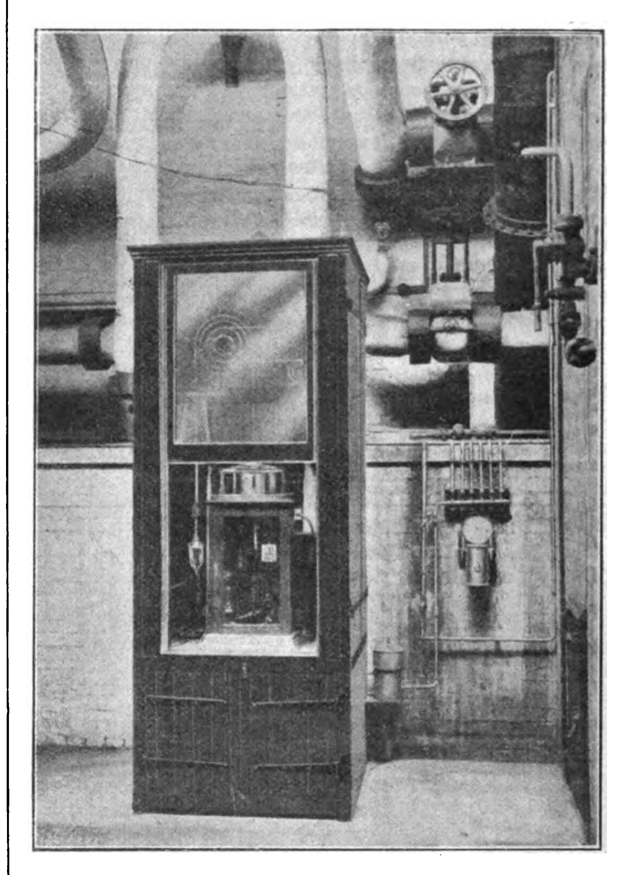


Fig. 4. — Vue d'une installation du modèle d'analyseur-enregistreur à mécanisme dynamique.

Connaissant cette proportion il est facile d'en déduire le volume d'air qui a été admis dans le foyer par kilogramme de charbon brûlé. Une fois ce volume connu on peut calculer le volume d'air échauffé inutilement et par conséquent la quantité de chaleur perdue, ainsi que la perte de charbon correspondante. Les résultats de ces calculs sont résumés dans le Tableau suivant.

Faisons encore remarquer que l'appareil permet aussi de reconnaître l'importance des rentrées d'air par les fissures des maçonneries. Il suffit pour cela de mesurer les

Tableau des pertes de chaleur ou de charbon dans les foyers de chaudières et autres.

POUR CHARBON DE MOYENNE QUALITÉ.															
Si l'analyseur Ados marque	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Pour 100 d'acide carbonique,
Il s'échappe par la cheminée environ	9,5	6,3	4,7	3,8	3,2	2,7	2,4	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	fois autant d'air qu'il n'en faut théoriquement pour la combustion du charbon.
c'est-à-dire que 1kg de charbon, avec un excès d'air pratiquement suffisant de 1,3 — ne nécessitant que 10m³,4 d'air pour sa combustion — devra encore élever inutilement	65,6	40,0	27,2	20,0	15,2	11,2	8,8	6,4	4,8	3,2	2,4	1,6	0,8	0,0	mètres cubes d'air de la température de 20° à la température de 270° C.
La perte absolue en charbon est d'environ	90	60	45	36	30	26	23	20	18	16	15	14	13	12	pour 100, avec une température de 270° C. des gaz d'échappement.

teneurs en gaz carbonique à l'entrée et à la sortie des tirages de la chaudière; s'il n'y a pas de rentrées d'air la teneur est la même

ACCUMULATEURS.

Traitement du bois, afin de pouvoir l'employer dans les accumulateurs (¹).

Les séparateurs en bois sont d'abord soumis à l'action de la vapeur sous pression, à une température de 120° C. pendant environ 15 minutes. La vapeur chasse l'air et les gaz du tissu végétal lignifié et élimine les extraits susceptibles de fermenter ainsi que les produits de distillation solubles tels que l'acide acétique.

Le second traitement a pour but d'éliminer la vasculose, qui, comme on le sait, est la matière incrustante du bois. Cette matière épaissit les parois des cellules qui sont constituées par la cellulose. Pour éliminer la vasculose, on l'oxyde sous la forme d'acides résineux solubles dans les alcalis et dans l'alcool. Cette oxydation se fait ici en employant l'ozone ou l'eau oxygénée. Dans le premier cas, les feuilles de bois, saturées d'eau, sont soumises à un courant d'air ozonisé. L'oxydation par l'eau oxygénée se fait en plongeant les séparateurs dans l'eau renfermant 20 pour 100 d'eau oxygénée à 12 volumes. Après 3 heures de traitement, on expose les pièces à l'air. Les acides résineux se produisent alors. Au bout de 4 heures, on soumet les séparateurs à l'action de la vapeur à 110° C. pendant 10 minutes. On lave ensuite à l'eau ammoniacale froide qui dissout les acides résineux. On rince à l'eau, puis on sèche, en faisant passer un courant d'air sous pression.

Les séparateurs ainsi préparés sont, en outre, perforés de trous presque imperceptibles (au moins 36 par centimètre carré, obtenus à l'aide d'une machine à coudre pourvue d'une aiguille très fine. Enfin, entre chaque séparateur et chaque électrode positive, on dispose de la laine de verre afin d'éviter la réduction du peroxyde de plomb et l'attaque du bois. T. P.

(¹) Pascal MARINO, Brevet français 412 113 du 1er février 1910.

Matière active pour accumulateurs (¹).

Pour constituer la matière active de l'accumulateur au plomb, on fabrique d'abord l'agglutinant composé de 2 parties de glycérine pure de poids spécifique 1,26, de 2 pour 100 d'amidon soluble et d'une partie de solution de silicate de potassium à 20 pour 100. On agite jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de grumeaux, puis on ajoute de la poudre de plomb très fine dans la proportion de $\frac{1}{3}$ du poids de la litharge employée.

Pour faire l'aggloméré, on prend de la litharge finement divisée, on la mélange et on la pétrit avec l'agglutinant jusqu'à obtention d'une masse homogène de la consistance désirée qu'on introduit dans les grilles.

Quand les électrodes sont sèches, on les plonge dans un bain composé de parties égales en volume d'acide sulfurique de poids spécifique 1,025 et d'acide phosphorique de poids spécifique 1,12, afin de précipiter la silice de la solution de silicate de potassium. Les électrodes sont lavées à grande eau pour éliminer la silice précipitée, l'amidon et le sulfo-phosphate de potassium.

Les électrodes rendues ainsi poreuses sont chargées comme cathodes dans l'acide sulfurique étendu, puis lavées. Enfin, elles sont montées comme positives et comme négatives dans l'élément où elles sont chargées définitivement. T. P.

(¹) Pascal MARINO, Brevet français 412 114 du 1er février 1910.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Installations électriques de distribution d'énergie de la Société « L'Energie électrique du Centre ».

RESSOURCES HYDRAULIQUES DU CENTRE DE LA FRANCE. — Après avoir été bien longtemps en retard sur les nations voisines, Suisse, Allemagne, Italie, la France commence à reconnaître les bienfaits du reboisement et des travaux hydrauliques.

On a enfin compris que la question de l'eau est de toute première importance dans un pays de zone tempérée qui possède des versants nombreux et dans lequel ni les hivers rigoureux, ni les étés arides ne viennent supprimer tout mouvement pendant une saison entière.

De belles montagnes comme les Vosges et le Jura, les plus beaux versants des Alpes et des Pyrénées ont été longtemps délaissés, notre Plateau Central, base de la puissance hydraulique du pays, est devenu torrentiel aride et ravagé pendant que la Suisse, pays autrefois exclusivement agricole, savait prendre le premier rang des nations industrielles, grâce à ses richesses hydrauliques desquelles elle faisait naître des trésors d'énergie.

Fig. 1. — Barrage et usine génératrice de la Sioule, de la Société du Gaz de Clermont-Ferrand.

L'histoire entière de l'humanité se résume en effet dans la recherche de l'énergie; tous les progrès de l'homme ont été des perfectionnements de l'art de capter l'énergie lumineuse, calorifique ou minérale et la dernière des formes développées, l'énergie hydraulique, semble la plus souple et la plus capable d'un immense avenir.

C'est l'énergie solaire inépuisable qui crée les chutes hydrauliques et ce siècle a été très justement appelé le *Siècle de l'eau*.

La France s'est honorée en donnant l'exemple de la reconstitution de l'Algérie et de la Tunisie par la « culture » de l'eau, mais elle a paru ignorer les déserts de son Pla-

teau Central, les inondations torrentielles inexplicables de ses vallées les moins abruptes et la honte d'un magnifique fleuve qui constituait, au moyen âge, son artère centrale de premier ordre, tombé à l'état de dune sablonneuse ou de torrent désordonné.

Ce fleuve fantastique passe d'un débit d'étiage de 12 m³ à des crues subites de près de 10 000 m³. Ses affluents ne sont pas moins extraordinaires, puisque le Lignon passe d'un débit moyen d'étiage de 2674 litres à un débit maximum de 800 m³; la Sioule de 2 m³ moyens à 1200 m³ et le Cher de moins de 1 m³ à 1500 m³.

Pour régulariser un semblable bassin, il faudrait mener de front, et le reboisement obligatoire, et la création de réservoirs compensateurs nécessitant des sommes considérables, mais le résultat serait de première importance, puisque la seule crue de la Loire en 1856 s'est soldée par 40 millions de ravages causés à la région.

Il est unanimement reconnu que la reconstitution du bassin de la Loire est pour la France une œuvre de premier ordre, presque vitale, mais les fonds à engager sont si considérables que nous croyons bien qu'ils devraient faire défaut toujours, si une circonstance favorable ne venait changer la face de la question.

L'amélioration à obtenir doit être cherchée entièrement dans le Massif Central et dans la Loire supérieure; or, cette région est un centre industriel de premier ordre, le plus important après celui du Nord et du Pas-de-Calais, et la création de forces hydrauliques y présenterait une importance considérable.

Déjà en 1900-1902 la Compagnie du Gaz de Clermont-Ferrand confiait à MM. Giros et Loucheur la construction d'un barrage de 32 m de hauteur sur un développement de 120 m à la crête, soit 32 000 m³ de maçonnerie constituant une retenue d'eau de 7,5 km de longueur sur environ 150 m de largeur et permettant d'installer une usine hydraulique (*fig.* 1) de 8000 chevaux avec une réserve d'eau de 9 millions de mètres cubes ([1]). Ce premier essai très remarquable, puisqu'il permettait d'alimenter, en force motrice, la région fort industrielle de Clermont-Ferrand et Royat, fut suivi immédiatement de deux autres.

La Société des Forces motrices d'Auvergne, en novembre 1902, décidait la création d'une usine de 3000 chevaux au moyen d'un barrage construit sur la vallée du Niodez, affluent de la Dore, et réalisant une chute de 30 m de hauteur. La Dore, dont le débit moyen d'hiver est de 20 m³, tombe à 5 m³ et même 1 m³ en été. La valeur de la chute a été remarquablement améliorée par la création d'un barrage qui fait refluer les eaux de la Dore dans un réservoir de 1 100 000 m³, créé sur le Niodez et permet ainsi d'utiliser, même en périodes de basses eaux, 2400 chevaux de 10 heures qui sont facilement vendus dans la région industrielle de Thiers et dans la ville de Vichy.

Enfin, la Compagnie électrique de la Loire, qui possédait déjà deux usines hydrauliques peu importantes, l'une de 900 chevaux, sur la Loire à Saint Victor-sur-Loire, l'autre de 400 chevaux, sur le Lignon à Pont-de-Lignon, décidait la création d'une nouvelle usine très importante sur le Lignon, capable de fournir 3000 chevaux pendant 9 mois en dérivant le Lignon sur une longueur de 1860 m.

Ces trois installations hydrauliques ont donné d'excellents résultats et ont permis de reconnaître que, dans cette région industrielle, la demande de force motrice était si importante que des usines à vapeur devaient être immédiatement adjointes aux usines hydrauliques. La Compagnie du Gaz de Clermont-Ferrand n'a pas hésité à créer une très importante usine à vapeur à Clermont même, et la Compagnie électrique de la Loire possède, dans ses diverses usines, plus de 11000 chevaux.

Cette région est bien éloignée cependant d'avoir atteint son complet développement, et si l'on considère que dans une région peu industrielle, comme le midi de la France, l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen a installé plus de 60 000 chevaux avec succès, on constatera que la région du Centre peut absorber une puissance bien supérieure.

Consommation d'énergie dans le Centre. — Si l'on considère la région formée par les deux départements de la Loire et du Puy-de-Dôme entiers, par la partie sud du département de l'Allier, comprenant Montluçon, Gannat, La Palisse, par une petite partie au nord de la Haute-Loire et à l'ouest du département du Rhône, on trouve, d'après les statistiques administratives, un total de puissance installée de 100 000 chevaux, déduction faite des installations des mines, qui s'alimenteront généralement en force motrice par leurs propres moyens.

Si l'on déduit de la contrée ainsi limitée l'espace desservi par la Compagnie du Gaz de Clermont-Ferrand et par la Société des Forces motrices d'Auvergne, on trouve qu'il reste à desservir une puissance totale de 80 000 chevaux environ, répartie autour de trois grands centres : 1° Montluçon-Commentry; 2° Roanne; 3° Saint-Étienne.

La Société « L'Énergie électrique du Centre » s'est proposée de fournir la force motrice à ces trois centres industriels et de les réunir dans une organisation générale constituée par un ensemble d'usines génératrices hydrauliques et thermiques qui sont indiquées sur le plan général représenté en figure 2.

Les usines productrices d'énergie électrique. — Les nécessités de l'industrie moderne imposent la force motrice à bon marché et placent au premier rang des régions industrielles celles qui possèdent la « Houille blanche ».

Le Plateau Central français semble riche en chutes et en réserves d'énergie hydraulique, mais les grandes variations de régime de ses cours d'eau et la faiblesse de leur débit d'été faisaient ressortir l'énorme avantage que présenterait l'accouplement des ces chutes d'hiver, avec les chutes de la région grenobloise ou des Alpes, d'un débit riche en été et pauvre en hiver, par suite de leur alimentation par glaciers.

Ayant compris l'avantage de cette collaboration des climats, la Société « L'Énergie électrique du Centre » s'est assuré la fourniture de 10 000 à 15 000 chevaux, en traitant avec différentes Sociétés électriques du Dauphiné. L'énergie est prise en partie à l'usine de Pont-Haut, sur la Roizonne, affluent du Drac, et en partie à l'usine de la Société hydroélectrique de l'eau d'Olle, sur la rivière du même nom, affluent de la Romanche.

Livraison est prise de ce courant à 26 000 volts ou à

([1]) Pour la description de l'usine de la Sioule, voir *La Revue électrique*, t. V, 15 avril 1906, p. 193.

Fig. 2. — Carte des réseaux de distribution

RÉGION DESSERVIE PAR L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU CENTRE

Légende

Echelle — 1 : 640.000

Energie électrique du Centre

Cie du Gaz de Clermont

Cie du Gaz de Clermont et Energ. élect. du Centre

Usine hydraulique

Usine à vapeur

Usine de la Sioule

MOULINS, Dompierre, le Donjon, Jaligny, Neuilly, Souvigny, LA PALISSE, Varennes, St Pourçain, St Germain, Vichy, Chantelle, Escurolles, GANNAT, Randan, Ebreuil, Aigueperse, Maringues, Ennezat, Menat, Montmarault, Montaigut, Marcillat, Pionsat, St Gervais, Manzat, RIOM, Pont-du-Château, Vertaison, CLERMONT-FERRAND, Pontgibaud, St AMAND-MONTROND, Saulzais-le-Potier, Hérisson, Culan, Chateaumeillant, MONTLUÇON, Huriel, BOUSSAC-VILLE, Evaux, Chambon, Auzances, Chatelus, Jarnages

Allier R., Cher R.

Usines génératrices.

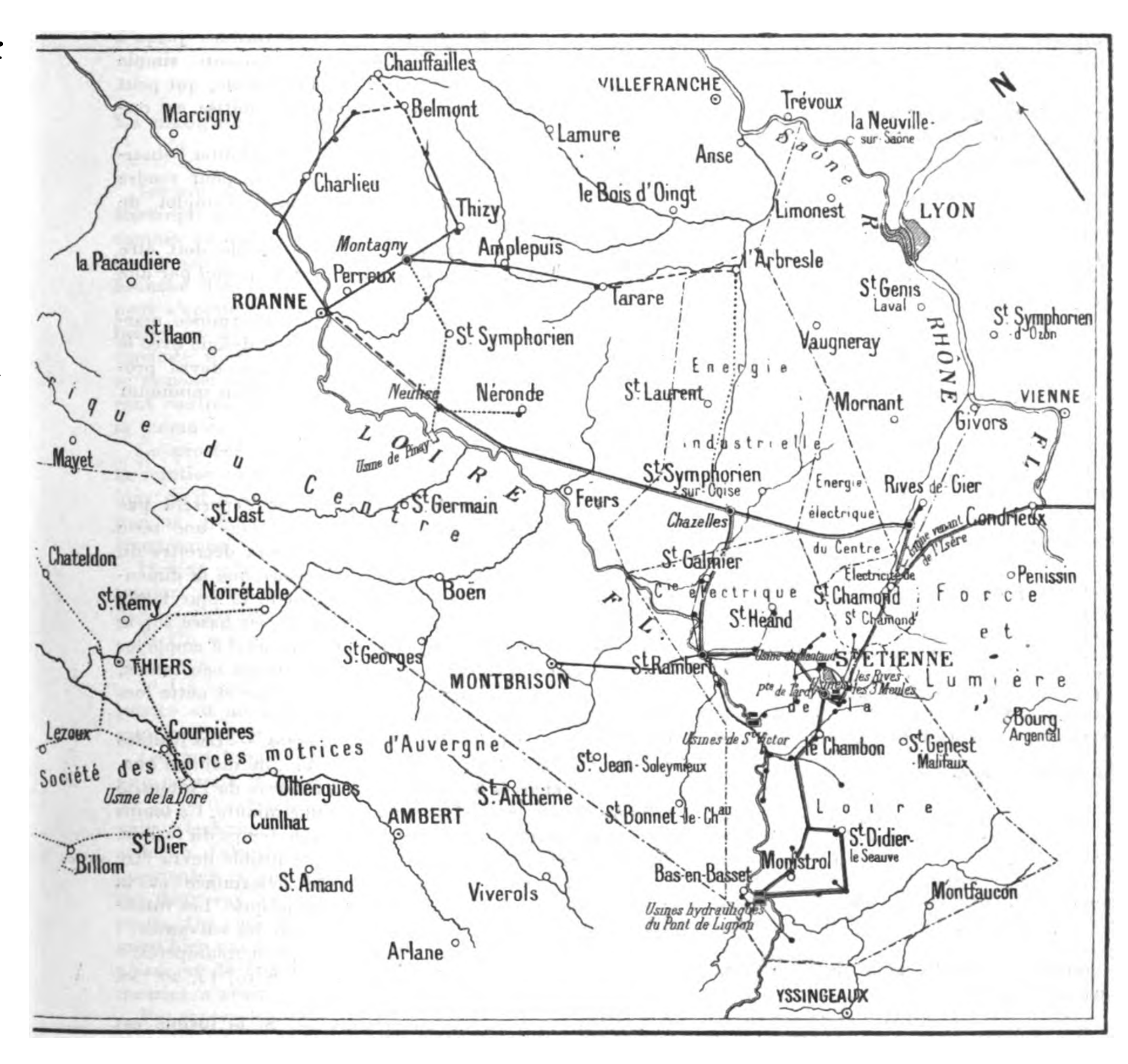
Ces réseaux sont alimentés par les usines hydrauliques suivantes :

Usine de l'Eau-d'Olle, sur la Romanche,
Usine de Pont-Haut, sur la Roizonne,
Usines de Pont-de-Lignon, sur le Lignon,
Usine de Saint-Victor, sur la Loire,
Usine de Teillet-Argenty, sur le Cher,
Usine de la Sioule, sur la Sioule,
Usine de la Dore, sur la Dore.

Les usines à vapeur se trouvent réparties en divers points du réseau, notamment à Rives-de-Gier, Saint-Étienne, Saint-Chamond, Roanne, Montluçon, Clermont-Ferrand, etc.



d'énergie électrique du Centre de la France.



Lignes à haute tension.

L'énergie fournie par les deux usines de la région de l'Isère est transmise à Grenoble sous la tension de 26000 volts en courants triphasés; à Grenoble, un poste de transformation élève la tension à 55000-60000 volts. Une ligne relie Grenoble à Saint-Chamond. De là, une bifurcation se détache vers Saint-Étienne, une autre vers Rive-de-Gier et Roanne.

Les autres lignes des réseaux à haute tension sont à 20000 volts ou 30000 volts.

Sociétés exploitantes.

Les réseaux appartiennent à plusieurs sociétés :

L'Énergie électrique du Centre,
Compagnie électrique de la Loire,
Énergie industrielle,
Société des Forces motrices d'Auvergne,
Compagnie du Gaz de Clermont.

La Carte indique les limites des régions desservies par ces sociétés.

60 000 volts à Grenoble, en une sous-station d'où part la ligne Dauphiné-Centre, reliant Grenoble au poste de Saint-Chamont, propriété de l'Énergie du Centre.

Cette ligne 60 000 volts, dont la description sera donnée ultérieurement, est très intéressante, tant par la puissance de transport (12 000 chevaux), que par sa tension (60 000 volts) et les dispositifs de coupure et de protection dont elle est munie.

Le programme complet des réseaux de l'Énergie du Centre prévoit la construction du prolongement de cette ligne pour relier Roanne et Montluçon et permettre ainsi, à l'une quelconque des usines du réseau, de secourir une des régions en cas d'urgence.

Enfin, pour parer à toute interruption du courant provenant des accidents qui peuvent survenir aux lignes aériennes à haute tension, la Société a prévu, en chacun de ses centres, des usines génératrices hydrauliques ou à vapeur d'une importance suffisante.

Ces usines comprennent :

1° *Région de Montluçon.* — Une usine à vapeur à Montluçon de 1500 chevaux, prévue pour être portée à 3000 chevaux.

Une usine hydraulique sur le Cher de 3000 chevaux pouvant être portée à 8000 chevaux.

2° *Région de Roanne.* — Une usine à vapeur de 5000 chevaux.

3° *Région de Saint-Étienne.* — Plusieurs usines d'une puissance totale de 18 000 chevaux :

Une usine à vapeur (Rives) de............	800	chevaux
Une usine à vapeur (les Trois-Meules) de...	1500	»
Une usine à vapeur (Montaud) de....... ...	8400	»
Une usine mixte à Saint-Victor-sur-Loire de.	1500	»
Une usine mixte à Pont-de-Lignon de......	800	»
Une usine hydraulique à Pont-de-Lignon de.	4000	»
Une usine à vapeur à Saint-Chamond de...	4000	»
comprenant encore 2 moteurs Diesel de...	3000	»

En résumé, les puissances disponibles sont :

	Énergie hydraulique du Drac.	Énergie hydraulique locale.	Réserves thermiques.
Montluçon.........	»	3 000	1 500
Roanne............	8 000	»	5 000
Saint-Étienne......	7 000	5 300	18 700
	15 000	8 300	25 200

Dans les numéros suivants, nous décrirons rapidement les plus récentes de ces usines.

T. PAUSERT.

APPAREILLAGE.

Uniformisation des fusibles. — Les idées d'unification qui règnent aujourd'hui dans le monde industriel ont amené les électriciens anglais à examiner suivant quelles règles devrait être effectuée l'uniformisation des fusibles, uniformisation sur les avantages de laquelle tous les ingénieurs sont d'accord.

La question a été exposée et discutée l'an dernier devant l'Institution of Electrical Engineers, par M. H.-W. Kefford. D'après notre confrère l'*Électricien* (15 octobre 1910) les conclusions de M. Kefford sont les suivantes en ce qui concerne la spécification des fusibles uniformisés :

1° (*a*) *Matière du fil fusible.* — Il ne doit pas se corroder ni se modifier en ce qui concerne sa conductivité et sa structure physique.

(*b*) *Non interchangeabilité.* — Les fusibles jusqu'à 50 ampères doivent être munis d'un dispositif simple au moyen duquel la capacité de tout fusible, qui peut être mis en place par une personne non initiée, est restreinte dans des limites définies.

(*c*) *Type de fusible recommandé.* — Pour faciliter l'observance des points (*a*) et (*b*) et, en général, pour rendre pratique l'uniformisation, on préconise l'emploi de fusibles clos, type cartouche.

(*d*) *Indication de fusion.* — Tout fusible doit être muni de dispositifs simples dénonçant la fusion par une simple inspection de l'appareil.

2° (*c*) *Détermination.* — L'intensité déterminée marquée sur le fusible doit avoir une relation définie avec le courant limite ou le courant minimum qui devra produire la fusion dans quatre heures. La valeur minimum du rapport

$$a = \frac{\text{intensité limite}}{\text{intensité déterminée}}$$

sera de 1,54 et la valeur maximum ne dépassera pas 30 pour 100 au-dessus du minimum. Dans une série correctement établie de fusibles, *a* devra décroître du maximum au minimum spécifié à mesure que la dimension du fusible augmente de la capacité la plus faible à la capacité la plus élevée. Cette règle est basée sur la supposition que l'argent est le meilleur métal à employer en prenant en considération ses propriétés constantes, le petit volume requis et son action précise et nette lors de la rupture du circuit.

(*f*) *Inertie et action de l'élément de temps.* — Les fusibles étalons doivent être réglés et construits de manière que, s'ils sont chargés à 50 pour 100 au-dessus de l'intensité limite, ils fondront dans l'espace d'une minute. Ce temps sera pris comme mesure de l'élément de temps du fusible.

(*g*) *Intensités et tensions.* — Chaque fusible devra être nettement marqué pour l'intensité déterminée et la tension maximum auxquelles il est approprié. Les intensités et tensions étalons proposées sont les suivantes. :

Tension maximum 250 volts — 2, 4, 6 et 10 ampères.

Tension maximum 500 volts — 2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 40 et 50 ampères.

3° (*h*) *Élévation de température.* — Si le fusible est chargé continuellement à 80 pour 100 de l'intensité limite, toute partie non exposée de l'appareil devra atteindre une température dépassant 100° C au-dessus de la température ambiante.

(*k*) *Isolement.* — Les appareils à fusibles seront soumis à un essai d'isolement entre les bornes avec le fusible enlevé et entre les parties actives et la terre avec le fusible en place.

(*l*) *Fonctionnement.* — Les fusibles seront essayés au point de vue d'un fonctionnement satisfaisant avec surcharge et par court-circuit selon les dispositifs spécifiés pour effectuer ces essais.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MACHINES D'EXTRACTION.

La machine d'extraction à commande électrique des Mines de la Mourière.

INTRODUCTION. — Le problème de la commande électrique des machines d'extraction minières présente, comme on sait, de multiples solutions. Cependant, si l'on excepte le mode de commande du treuil par moteur branché directement sur le réseau, disposition qui ne peut s'appliquer que pour des puissances relativement faibles ou lorsqu'on dispose d'une centrale de grande capacité, toutes les solutions connues semblaient pouvoir se ramener à une seule qui consiste à employer du courant continu à tension variable avec uniformisation de la puissance *à l'aide d'un volant*.

Le procédé Ilgner constitue dans cet ordre d'idées la solution la plus simple et la plus répandue. Rappelons qu'il consiste à alimenter le moteur d'extraction par un groupe convertisseur marchant sans arrêt et comprenant :

1° *Une génératrice spéciale à courant continu* et à tension variable, branchée induit à induit au moteur d'extraction (dispositif Léonard);

2° *Un moteur* entraînant cette génératrice et glissant en charge [1];

3° *Un lourd volant* destiné à venir en aide à la génératrice au moment des pointes et à soulager ainsi le moteur du groupe par l'uniformisation de sa puissance.

Lorsque le moteur du groupe Ilgner est alimenté par une centrale d'importance moyenne, et assez éloignée du siège d'extraction, cette solution conserve toute sa valeur technique. Il en est de même lorsqu'on doit procéder à l'électrification d'un siège d'extraction sans augmenter la puissance de la centrale existante. Dans ces deux cas les avantages du système sont prédominants. On peut dire que son application s'impose alors aussi bien par son économie, que par des qualités de souplesse et de facilité de manœuvre, qu'aucune machine motrice n'avait jusqu'ici présentées.

Par contre, lorsqu'il s'agit d'un nouveau siège d'extraction devant subvenir par lui-même à tous ses besoins, c'est-à-dire lorsque la centrale et le groupe Ilgner sont pour ainsi dire confondus, la valeur technique de ce dernier se trouve diminuée dans une assez large mesure. On reproche alors au groupe Ilgner son encombrement, son prix élevé, son rendement médiocre provenant des transformations successives d'énergie, et des ingénieurs se demandent si la commande directe du treuil d'extraction par une machine à vapeur munie de tous les perfectionnements de la technique moderne n'est pas préférable à la commande électrique avec son évidente complication [1].

(1) Ce moteur peut être thermique, électrique, ou même hydraulique. Nous ne considérons ici que le cas, d'ailleurs le plus général, où le moteur est électrique, à courant continu ou à courant triphasé.

Les considérations qui précèdent expliquent d'une part le succès avec lequel s'est répandu dans l'industrie minière le procédé Ilgner ou les procédés similaires, et, d'autre part, les réserves ou les critiques adressées aux mêmes procédés dans certaines conditions d'application.

Les récents progrès de la turbine à vapeur ont donné au problème un aspect tout nouveau.

On sait que ces machines joignent aujourd'hui à une parfaite sûreté de marche des qualités de souplesse remarquables : elles permettent de passer brusquement de pleine charge à charge nulle sans danger et sans que l'écart de vitesse dépasse 2 à 3 pour 100.

Ces qualités ont été mises à profit par la Maison Brown-Boveri et Cie, qui a fait breveter [2] un nouveau mode de commande de machine d'extraction appelé probablement à un grand avenir. C'est la première application en France de ce procédé que nous nous proposons de décrire.

PRINCIPE. — Le principe de cette solution, qui a été déjà signalé dans la presse technique à l'occasion de son application au puits Mauve [3] de la Société des Mines de Heinitz, à Beuthen (Haute Silésie), consiste dans l'emploi à la station d'une turbine à vapeur à réglage automatique de puissance et très faible écart de vitesse, servant à la fois au service de l'extraction, et aux autres services de la mine. A cet effet, la turbine entraîne directement deux génératrices, l'une à courant continu et tension variable chargée spécialement d'alimenter, d'après le dispositif Léonard, le moteur d'extraction, et l'autre, à courant continu ou polyphasé, destinée aux besoins généraux du siège.

On voit de suite en quoi réside l'originalité du procédé : le volant qui, dans le système Ilgner ou similaires, fournit l'appoint d'énergie nécessité par le démarrage, est ici supprimé. Une valve automatique [4] permet d'amener dans la turbine, au moment des pointes de charge, un flux de vapeur qui sert à satisfaire à ces pointes. Les chaudières et les canalisations constituent en quelque sorte un volant thermique situé *en deçà* de la machine motrice qui est assez souple pour supporter l'à-coup. D'autre part, la simplicité de l'installation est remarquable et le rendement, grâce à la suppression des

(1) C'est du moins sous cet aspect que se présente le problème dans la plupart des sièges d'extraction du bassin de Briey auquel appartient la mine de la Mourière. On sait que le Bassin de Briey (Meurthe-et-Moselle) est le nom donné à la partie française du riche gisement de fer oolithique de Lorraine, découvert il y a quelques années et dont la mise en exploitation se poursuit avec une remarquable activité.

(2) Brevet n° 371 248, publié le 2 mars 1907.

(3) *La Revue électrique*, t. X, 30 octobre 1908, p. 312.

(4) Brevet français 377 993.

transformations successives d'énergie, est forcément élevé. C'est ainsi qu'à l'installation du puits Mauve, dont il a été question plus haut, installation qui fonctionne depuis bientôt trois ans, on a pu obtenir le cheval-heure utile dans le puits, en service industriel, à raison de 9 kg de vapeur seulement.

L'économie d'un tel système sera mieux comprise, si l'on se reporte au diagramme des puissances. L'allure générale de ce diagramme est celui de la figure 1. La

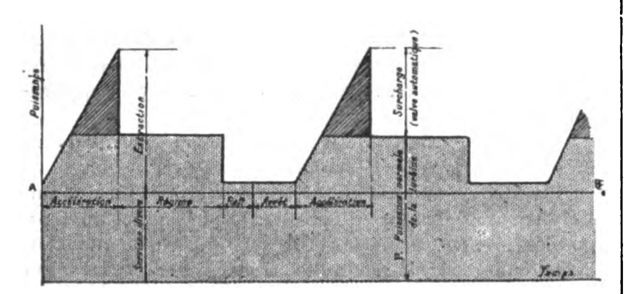


Fig. 1. — Diagramme de la puissance sur l'arbre de la turbine.

partie située au-dessous de la ligne AB représente la puissance, supposée constante, correspondant aux services généraux de la mine; la partie au-dessus de cette même ligne constitue le diagramme de l'extraction proprement dite. On voit que ce dernier diagramme présente des pointes prononcées qui correspondent aux à-coups de démarrage. L'ordonnée P mesure la puissance normale de la turbine. Quant aux surcharges momentanées occasionnées par les pointes, elles sont satisfaites par le jeu d'une valve automatique spéciale permettant d'utiliser la pression totale de la vapeur, en évitant tout laminage, ce qui assure une consommation économique.

On conçoit toutefois que la solution Brown-Boveri, telle que nous l'avons définie, ne peut trouver son application que dans les cas où les conditions locales s'y prêtent. La centrale doit être relativement proche du puits d'extraction pour permettre l'emploi direct du courant continu ([1]). De plus, il y a un intérêt évident à ce que les autres services de la mine : ventilation, traction, exhaure, etc., soient assez importants, de façon à profiter de toute l'économie que procure la centralisation de la production d'énergie par une machine motrice unique. La consommation de celle-ci sera, en effet, d'autant plus faible que la puissance sera plus élevée.

Mais ce sont là précisément les conditions générales d'exploitation des mines du bassin de Briey. Le service d'exhaure nécessite à lui seul, dans certaines mines de ce bassin, où la venue d'eau atteint 5 m^3 par minute, une puissance permanente d'environ 400 chevaux; l'emploi généralisé des locomotives électriques et culbuteurs de minerai, la commande des ventilateurs, des machines-outils de l'atelier de réparation, etc., assurent d'un autre côté une demande relativement constante à la station. Enfin, d'autre part, le puits à équiper et la station génératrice se trouvent presque confondus.

Ce sont des considérations de cet ordre, jointes au désir de réaliser une installation moderne simple et de haut rendement, qui ont conduit M. Neu, ingénieur-conseil de la Société des Mines de la Mourière, à adopter la solution indiquée.

Avant de décrire la machine d'extraction proprement dite, nous donnerons quelques renseignements généraux sur la production de l'énergie électrique.

Chaudières. — Le bâtiment des chaudières, qui mesure 40 m de long et 18 m de large, est constitué par une ossature métallique, avec garnissage en briques de 11 cm d'épaisseur. Il est destiné à abriter 10 chaudières, dont 4 sont actuellement installées et 4 en installation.

Ces chaudières sont des multitubulaires Babcock et Wilcox de 210 m^2 de surface de chauffe, timbrées à 15 kg : cm^2 et munies chacune d'un surchauffeur intérieur de 60 m^2 de surface de chauffe. La capacité vaporisatrice horaire de chaque chaudière est de 3000 kg.

Le charbon, provenant des bassins d'Anzin, Charleroi et Mons, est déchargé dans un silo extérieur d'une capacité de 1000 tonnes construit en déblai tout le long du bâtiment. Une voie normale d'approvisionnement permet d'amener directement les wagons au niveau supérieur du silo. Le charbon descend par gravité dans le silo où il est pris par des norias ou élévateurs à godets et amené directement auprès des chaudières par un wagonnet spécial. L'installation complète de manutention du charbon a été construite par la Mécanique moderne, à Nancy.

Le chargement des chaudières s'effectue à la main. Toutefois l'une des chaudières a été munie, à titre d'essai, d'un foyer automatique.

Chaque chaudière comporte un économiseur Green de 96 tubes.

L'eau d'alimentation provient des condenseurs à surface. Les pompes d'extraction d'eau condensée refoulent l'eau dans un réservoir de 25 m^3 situé à 20 m de hauteur. De ce bassin l'eau descend en charge dans les économiseurs. Les pompes alimentaires aspirent dans les économiseurs par l'intermédiaire d'un collecteur d'alimentation et refoulent l'eau dans les chaudières.

L'eau de compensation des pertes provient du fond de la mine, d'où elle est pompée directement dans le grand réservoir du château d'eau. Ce réservoir, qui a une capacité de 100 m^3, est situé au-dessus du réservoir de 25 m^3 constituant la bâche alimentaire et communique avec lui de façon que, si le niveau de l'eau vient à baisser dans la bâche alimentaire, un flotteur permet l'admission de l'eau du grand réservoir. Une vanne permet, au besoin, d'isoler les deux réservoirs, qui sont construits en tôle, de forme cylindrique, et montés sur un grand pylône métallique.

Station centrale. — Le bâtiment de la centrale, accolé à celui des chaudières, mesure 19,80 m de long et 19 m de large. Il est construit en maçonnerie de moellons

([1]) Dans le cas où la centrale est éloignée du siège d'extraction, la solution comporte une variante prévue par le brevet : au lieu d'actionner directement la génératrice de démarrage, la turbine de la centrale entraîne alors une génératrice polyphasée dont le courant à haute tension est transmis à un convertisseur *sans volant*, à grande vitesse, comprenant un moteur synchrone et une génératrice de démarrage. Ce convertisseur est situé près du puits. La génératrice alimente le moteur d'extraction comme précédemment.



et de briques d'une épaisseur de 65 cm, avec couverture en tuiles mécaniques et plafond en fibro-ciment.

La centrale comporte deux groupes turbo-générateurs identiques de 2500 chevaux de puissance effective, construits par la Compagnie électromécanique Le Bourget, concessionnaire pour la France du matériel Brown-Boveri. Un de ces groupes sert momentanément de réserve, mais est destiné à l'équipement futur d'un deuxième puits voisin du premier. Un bypass automatique permet une surcharge de 25 pour 100 au moment des pointes, par simple admission de vapeur complémentaire.

Chacun de ces groupes comprend :

1° Une turbine Brown-Boveri-Parsons, du type dit Parsons pure (¹), de 2500 chevaux, à 1500 tours par minute;

2° Un alternateur de 600 kilowatts, débitant du triphasé 3000 volts, 50 périodes, et destiné aux services généraux de la mine : épuisement, ventilation, traction, pompes de condensation, etc.

3° Une génératrice à courant continu, spécialement destinée au treuil d'extraction. Cette génératrice peut débiter 1750 ampères sous ± 500 volts.

Sur le même arbre se trouve également une excitatrice capable de fournir le courant d'excitation sous 110 volts à l'alternateur, à la dynamo et au moteur d'extraction.

La figure 2 donne la vue des groupes turbo-générateurs. Le Tableau I fournit quelques résultats d'essais des deux groupes. Les autres installations de la mine n'étant pas terminées, les essais ont dû être effectués à l'aide de résistances liquides.

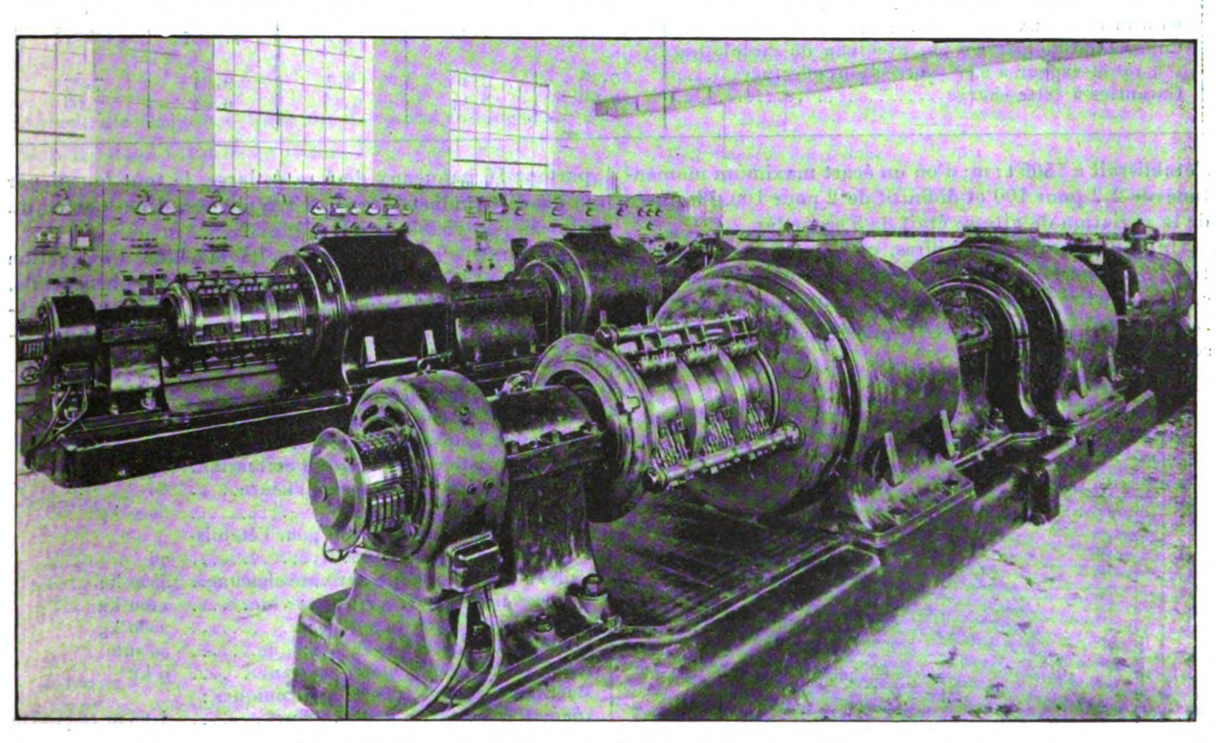


Fig. 2. — Vue des turbines génératrices Brown-Boveri-Parsons.

Malgré l'impossibilité momentanée de réaliser un vide élevé, on peut voir que les chiffres de consommations sont demeurés au-dessous des garanties.

Des essais de variation brusque de charge ont donné les résultats suivants (groupe n° 90) :

En passant brusquement de 1130 kw à 0, la vitesse passait de sa valeur normale 1500 t : m à une valeur momentanée de 1542 t : m, puis redescendait à 1530 t : m, d'où un écart maximum momentané de 3 pour 100 et un écart définitif de 2 pour 100. En passant de 0 à 1130 kw la vitesse descendait momentanément à 1498 t : m, puis

(¹) Par opposition au nouveau type de turbine construit par Brown-Boveri et Cie, dite *turbine combinée*, caractérisée par ce fait que la partie à haute pression du tambour Parsons est remplacée par une roue à action à une ou plusieurs couronnes d'ailettes (Brevet français 379478). Dans la turbine Parsons pure à haute pression, le rendement, qui est élevé dans les roues à moyenne et basse pression, est relativement faible dans les premières roues à aubes, à cause de la faible hauteur des aubages par rapport aux jeux. Le nouveau type de turbine combinée permet, tout en conservant l'ailettage Parsons pour toute la partie à moyenne et basse pression, de mettre à profit les avantages de la roue à action; cette roue devant fournir une puissance relativement faible par rapport à la puissance totale, travaille avec une faible vitesse de vapeur, ce qui n'est pas le cas dans la turbine à action pure, et par suite l'usure des ailettes est réduite à peu de chose; d'autre part la roue à action des turbines combinées étant unique, les pertes dans les jeux n'existent plus. Enfin ce nouveau type, qui s'applique surtout aux fortes puissances et hautes pressions, permet de réduire l'encombrement et les frais d'installation.

Tableau I. — *Essai des turbo-génératrices* (18 février 1910).

	Groupe n° 90.			Groupe n° 89.	
	Essai n° 1.	Essai n° 2.	Essai n° 3.	Essai n° 1.	Essai n° 2.
Durée de l'essai	1h 15m	1h	1h 30m	1h 30m	1h
Pression d'admission de la vapeur (kg eff.)	10,677	10,96	13,850	12,240	11,200
Température de la vapeur	232°,6	235°,6	240°,37	233°,37	247°,6
Vide en centimètres de mercure	68,62	68,46	68,02	68,16	66,94
Nombre de tours : minute	1500	1500	1500	1500	1500
Kilowatts débités { Alternateur	961	1130	71	770,97	1002
Kilowatts débités { Dynamo	574,5	0	682,8	0	560,5
Kilowatts totaux	1535,5	1130	753,8	770,97	1562,5
Consommation par kw : h, avec eau de circulation à 15° et vapeur à 250° (corrections effectuées)	7,26	7,43	8,7	9,04	7,57
Garanties à cette charge	7,68	8,14	9,14	9,08	7,66

s'établissait à 1500 t : m; d'où un écart maximum momentané de 2,2 pour 100 et définitif de 2 pour 100. La durée de la variation de vitesse était de 5 secondes.

On voit, d'après ces chiffres, que les groupes ont une régulation excellente. Dans les conditions normales du service, la charge, n'ayant jamais à s'annuler et s'écartant relativement peu de sa valeur moyenne, l'écart de réglage sera insensible.

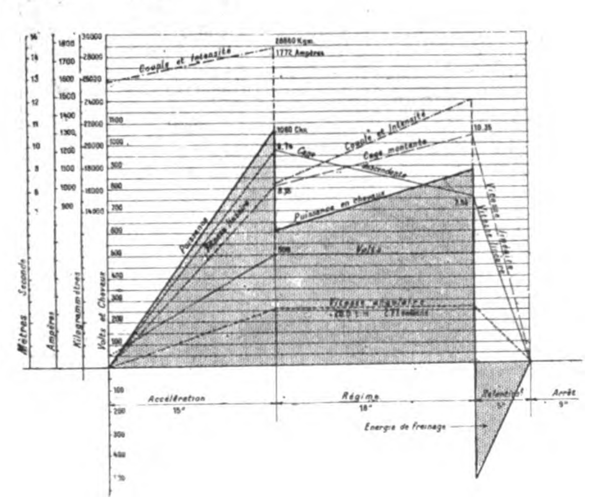


Fig. 3.

Pour compléter ces renseignements généraux sur la centrale, nous indiquerons que chaque groupe possède un condenseur à surface dont les trois pompes : pompe d'extraction d'eau condensée, pompe de circulation et pompe à air sont actionnées individuellement par moteurs triphasés à 190 volts. Le courant est fourni par des transformateurs statiques dont le primaire est branché sur les barres omnibus à 3000 volts.

Un réfrigérant système Paul Sée, occupant une surface de 1000 m² (33,60 m × 32 m) et ayant une capacité de 100 m³, sert à refroidir l'eau de circulation des condenseurs.

Enfin indiquons que les tableaux de distribution comportent 16 panneaux de 1 m de large, le tout fourni par la Société industrielle des Téléphones. Une partie du tableau est visible sur la figure 2.

Machine d'extraction. — La machine d'extraction proprement dite est située à 250 m environ de la centrale. Elle a été construite par les Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke [1]. Les conditions générales d'établissement étaient les suivantes :

Profondeur d'extraction	250 m
Extraction annuelle de minerai	1 260 000 tonnes
Extraction journalière	4200 tonnes
Durée journalière du service d'extraction	14 heures
Nombre normal de cordées à l'heure	60
Charge utile par cordée	5000 kg
Nombre de cordées à prévoir pour l'établissement de la machine	76
Cages à deux étages pesant vide chacune	4550 kg
Un wagonnet par étage pesant vide	1100 kg
Charge utile d'un wagonnet	2500 kg
Câble de levage rond, en acier, de	50 mm
Poids du câble par mètre courant	9 kg
Machine à deux tambours tronconiques :	
Diamètres extrêmes des tambours	4,60 m et 7,90 m
Diamètres extrêmes utiles pour le câble neuf (pendant le trait)	5,20 m et 7,70 m
Diamètre minimum utile pour le câble usagé	5 m
Moment d'inertie des deux tambours	1 300 000 kg : m²
Poids de chaque molette	5000 kg
Diamètre	5 m
Moment d'inertie du rotor du moteur électrique	250 000 kg : m²
Diamètre du rotor du moteur	4 m
Vitesse de rotation du moteur électrique pendant la période de régime	26,5 t . m
Durée totale de la cordée, manœuvres comprises	47 secondes
Durée de la marche	38 —
Durée des manœuvres	9 —

[1] Comme nous l'avons dit, le procédé de démarrage des machines d'extraction dont il est question est breveté en faveur de la Maison Brown-Boveri et Cie. C'est à la suite d'une entente entre la Société des Mines de La Mourière et la Compagnie électromécanique Le Bourget, que la fourniture du treuil d'extraction a été confiée à la Maison Felten et Guilleaume-Lahmeyerwerke.



L'emploi des tambours tronconiques et les données précédentes ont conduit au régime d'extraction défini par les diagrammes de la figure 3. Sans nous attarder aux calculs d'établissement de la machine [1] nous résumerons en note les calculs, d'ailleurs simples, qui permettent de déterminer la puissance correspondant à la crête du diagramme de puissance du moteur, à la fin de la période d'accélération, c'est-à-dire la puissance maximum du moteur [2]. On remarquera en effet d'après les diagrammes (*fig.* 3) que le couple maximum pour lequel le moteur électrique est prévu, se présente à la fin du démarrage : il atteint 28 860 kgm. Une deuxième pointe se présente à la fin de la période de régime. La formation de ces deux pointes, au lieu d'une seule plus prononcée

---

[1] Ces calculs ont été publiés, d'après des renseignements communiqués par M. Neu, dans l'Ouvrage très documenté de M. Brunswick, sur l'*Electricité dans les Mines* (Gauthier-Villars, 1910, 7,50 fr).

[2] CALCUL DE LA PUISSANCE DU MOTEUR A LA FIN DE LA PÉRIODE D'ACCÉLÉRATION. — Si P est la puissance en chevaux on a

$$(1) \qquad P = \frac{C\omega}{75},$$

formule dans laquelle C est le couple exprimé en kilogrammètres et ω la vitesse angulaire en radians $\left(\omega = \frac{2\pi N}{60} = 2,77\right)$.

Calcul du couple. — Le couple total C qu'exerce le moteur à la fin de la période d'accélération comprend :

1° Les couples nécessaires pour la mise en vitesse des masses tournantes, ascendantes et descendantes (couples dynamiques ou d'accélération); 2° le couple nécessaire pour soulever l'excédent du poids montant sur le poids descendant (couple statique); 3° le couple nécessaire pour surmonter le frottement.

Si donc nous posons :

c_1 = couple statique,
c_2 = couple d'accélération dû aux masses tournantes,
c_3 = couple d'accélération dû aux masses ascendantes,
c_4 = couple d'accélération dû aux masses descendantes,
c_5 = couple résultant du frottement,

nous aurons

$$C = c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5.$$

Calcul de c_1. — C'est la différence des moments dus à la cage montante et à la cage descendante.

Les poids suspendus sont :

	Cage montante.		Cage descendante
Charge utile.......	5000		»
Cage et wagonnets 4550 + 2 (1100) =	6750		6750
Câble de 9 kg : m; 250 m — 57,5 m..	1732	9 kg : m; 76,5 m	690
	13482 kg		7440 kg

Il serait aisé d'établir que le rayon d'enroulement, à la fin de la période d'accélération, est de 2,94 m pour la cage montante et 3,51 m pour la cage descendante. Le couple statique nécessaire pour soulever la cage montante est la différence des couples dus aux poids suspendus, c'est-à-dire :

$$c_1 = (13\,482 \times 2,94) - (7440 \times 3,51) = 13\,500 \text{ kgm}.$$

Calcul de c_2. — Les masses tournantes comprennent : les tambours de la machine, les molettes, les câbles et le rotor du moteur électrique. On considère les masses réduites au rayon moyen du tambour. Ces masses réduites sont égales aux masses réelles multiplié par $\frac{\rho^2}{r^2}$. ρ étant leur rayon de giration respectif et r le rayon moyen du tambour. Si P est le poids réel on a

$$\text{masse réduite} = \frac{P\rho^2}{gr^2}.$$

Posons

$$\rho = \frac{D}{2};$$

on a

$$\text{masse réduite} = \frac{PD^2}{4gr^2}.$$

Le diviseur $4\,gr^2$ est le même pour toutes les masses. Sa valeur est

$$4 \times 9,81 \times 3,225^2 = 408 \text{ environ.}$$

Quant au numérateur PD^2 c'est le *moment polaire.*

Pour les tambours on a

$$PD^2 = 1\,300\,000;$$

Pour le rotor du moteur

$$PD^2 = 250\,000.$$

Pour les cables enroulés au diamètre moyen du tambour on a

$$PD^2 = 140\,000.$$

Enfin pour les molettes on admet que D, le diamètre de giration, est égal aux $\frac{3}{4}$ du diamètre extérieur, ce qui donne

$$PD^2 = 5000 \times (0,75 \times 50)^2_4 = 70\,000 \text{ environ},$$

soit 140 000 pour les deux molettes.

On a donc pour les valeurs des masses tournantes réduites

Tambours..........	1 300 000 : 408 = 3180
Rotor.............	250 000 : 408 = 620
Molettes...........	140 000 : 408 = 340
Câbles.............	140 000 : 407 = 340

Soit une masse réduite totale de

$$3180 + 620 + 340 + 340 = 4480.$$

L'effort d'inertie opposé par cette masse sera

$$F = 4480 \times \text{accélération}$$
$$= 4480 \times \frac{8,04}{15} = 2670 \text{ kg},$$

et le couple nécessaire pour vaincre cet effort sera

$$c_2 = 2670 \times \text{rayon moyen du tambour}$$
$$= 2670 \times 3,225 = 8620 \text{ kgm}.$$

Calcul de c_3. — Les masses ascendantes sont égales à

$$13\,482 : 9,81 = 1370 \text{ kg},$$

et l'effort d'inertie correspondant est

$$1370 \times \text{accélération}.$$

Or, l'accélération se déduit de l'expression

$$h = \frac{1}{2} J t_1^2 \qquad \text{ou} \qquad J = \frac{2h}{t_1^2},$$

dans laquelle h est le chemin parcouru pendant la période d'accélération et t_1 la durée de cette période.

Si n_1 représente le nombre de tours effectués pendant la période

qu'aurait donné l'emploi de tambours cylindriques, tend à uniformiser la puissance et réduit ainsi les dimensions des machines.

DESCRIPTION. *Généralités.* — Le bâtiment de la machine d'extraction mesure 18 m de long sur 19 m de large. L'ensemble de la machine et de ses accessoires divers repose sur un solide châssis métallique surélevé de 1,60 m par rapport au niveau du sol extérieur.

Le chevalement métallique (*fig.* 4) qui sert de support aux molettes ainsi qu'au bâtiment des recettes, pèse 144 tonnes, partie mécanique non comprise [1]. La hauteur de l'axe des molettes au-dessus du sol est de 38 m; les deux recettes correspondant aux deux étages des cages sont respectivement à des hauteurs de 16 m et 18 m au-dessus du sol.

Partie mécanique du treuil. — Un arbre en acier creux d'un diamètre extérieur de 500 mm au milieu et 400 mm dans les paliers porte les deux tambours spiraloïdes du treuil proprement dit.

Les paliers ont 700 mm de portée; leurs coussinets, en fonte garnie d'antifriction, sont à rotule; le graissage s'effectue par graisseurs à graisse consistante et à compression automatique.

Les tambours, accolés par leur grande base, sont en chaudronnerie spécialement soignée; une bande d'acier creux demi-rond s'enroule en spirale sur les rayons où elle est fixée par des attaches de forme appropriée; les trous d'assemblage ont été alésés.

L'un de ces tambours tourne fou sur l'arbre mais est immobilisé par un système de béquilles. La position relative des deux tambours peut ainsi être réglée de façon que les deux cages arrivent rigoureusement ensemble à leurs recettes respectives.

L'accès de chaque tambour est facile, pour permettre le calage des tambours et rendre aisées les manœuvres d'attache des câbles qui peuvent être ramenés jusque sur l'arbre.

Solidaire de chaque tambour se trouve une poulie

---

d'accélération et r_1 le rayon moyen d'enroulement pour le câble ascendant durant cette même période, on a

$$h = n_1 \times 2\pi \times r_1.$$

Mais

$$n_1 = \frac{\omega_1 \times t_1}{2\pi},$$

ω_1 étant la vitesse angulaire moyenne (en radians) durant la période d'accélération, c'est-à-dire la moitié de la vitesse angulaire moyenne ω durant la période de régime. Or si N est le nombre de tours par minute durant la période de régime on a

$$\omega = \frac{2\pi N}{60}\ (\text{radians}) \qquad \text{et} \qquad \omega_1 = \frac{\pi N}{60}.$$

Remplaçant successivement on a ainsi

$$h = \frac{\pi N t_1 r}{60}$$

et

$$J = \frac{\pi N r}{30 t_1} = \frac{3,14 \times 26,5 \times 3,31}{30 \times 15} = 0,511\ \text{m : s}^2.$$

Donc l'effort d'inertie des masses ascendantes est égal à

$$1370 \times 0,511 = 700\ \text{kg},$$

et le couple correspondant est

$$c_3 = 700 \times \text{rayon final d'enroulement} = 700 \times 2,94 = 2060\ \text{kgm}.$$

Calcul de c_4. — De même les masses descendantes sont égales à

$$7440 : 9,81 = 760\ \text{kg}.$$

et l'effort d'inertie correspondant a pour expression

$$760 \times \text{accélération}.$$

En appliquant la formule trouvée précédemment

$$J = \frac{\pi N r}{30 t_1},$$

et tenant compte que r, rayon moyen d'enroulement du câble descendant pendant l'accélération est égal à 3,68 m, on a

$$J = \frac{\pi \times 26,5 \times 3,68}{30 \times 15} = 0,680\ \text{m : s}^2.$$

Donc l'effort d'inertie est

$$760 \times 0,680 = 516\ \text{kg},$$

et le couple correspondant

$$c_4 = 516 \times \text{rayon final d'enroulement} = 516 \times 3,51 = 1780\ \text{kgm}.$$

Calcul de c_5. — On supposera comme effort total de frottement (d'après M. Neu) 18 pour 100 de la charge utile, soit

$$0,18 \times 5000 = 900\ \text{kg},$$

le moment de cet effort, au levier du rayon moyen 3,225, sera

$$c_5 = 900 \times 3,225 = 2900\ \text{kgm}.$$

On aura donc, comme *couple total* à vaincre à la fin de la période d'accélération,

$$C = c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + c_5 = 13500 + 8620 + 2060 + 1780 + 2900 = 2880\ \text{kgm}.$$

et la puissance effective du moteur à ce moment sera [formule (1)]

$$\frac{28860 \times 2,77}{75} = 1060\ \text{chx}.$$

Si nous admettons, avec les constructeurs, un rendement du moteur de 88 pour 100 y compris les pertes par frottement contre l'air et dans les paliers, la puissance en kilowatts absorbée par le moteur à la fin de la période d'accélération sera

$$\frac{1060 \times 0,736}{0,88} = 886\ \text{kw}.$$

Remarque. — Un raisonnement identique fournirait la puissance au commencement et à la fin de la période de régime. On tiendra compte toutefois que, pendant la période de régime, il n'y a qu'à fournir les couples nécessaires pour soulever à chaque instant la différence de poids sur les deux brins du câble et surmonter le frottement. Pendant la période de ralentissement, aucune puissance n'est demandée; il faut au contraire freiner. Le travail absorbé par le freinage se calcule très aisément en considérant l'énergie cinétique du système.

(1) Ce chevalement, ainsi que la partie mécanique correspondante (28000 kg), a été construit par la maison Jules Munier et Cie, à Frouard (Meurthe-et-Moselle), à qui nous devons la photographie reproduite par la figure 4.

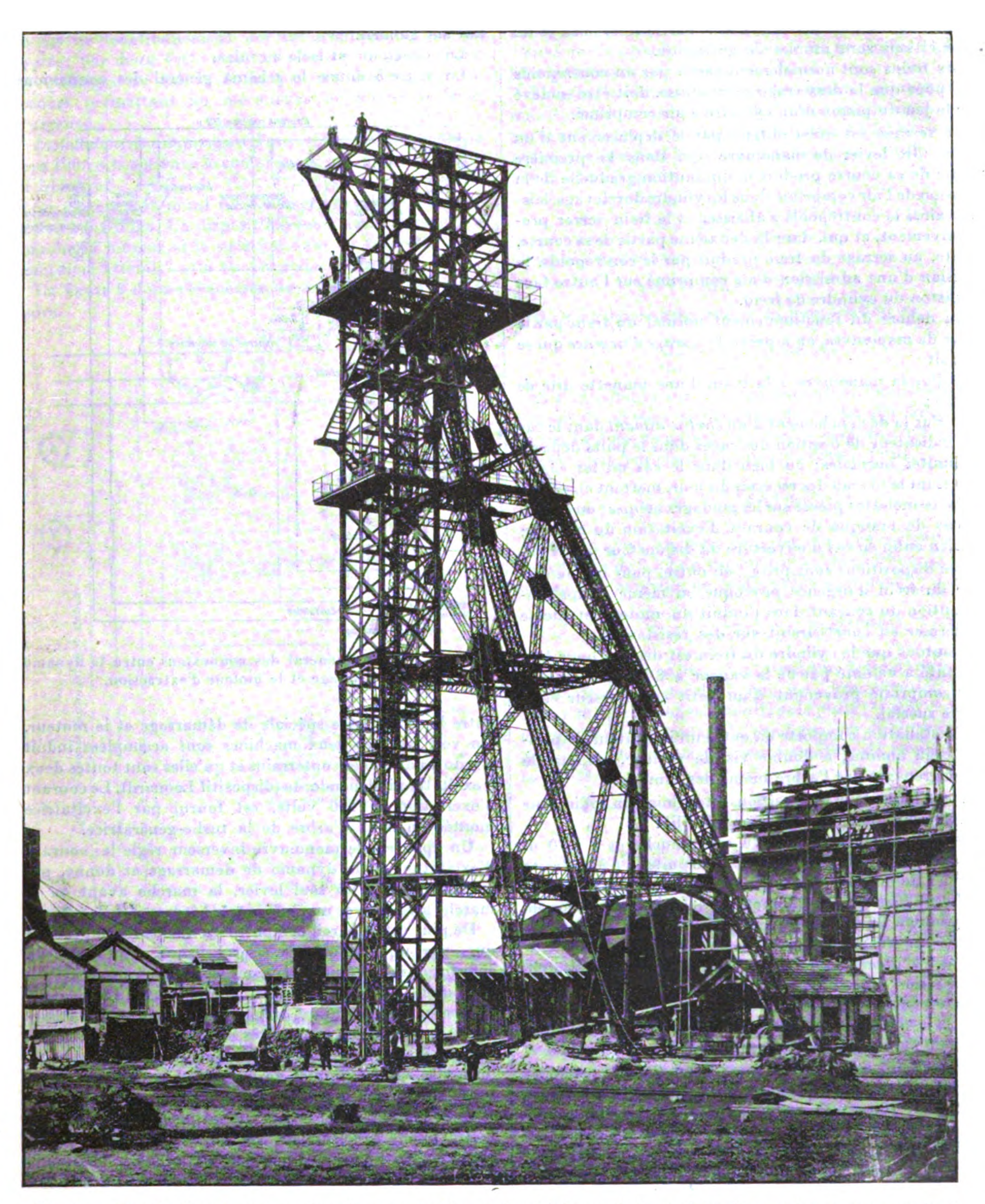


Fig. 4. — Vue du chevalement pendant le montage (à gauche : bâtiment de la machine d'extraction en construction).

de frein recevant les mâchoires doubles d'un frein à sabot; ces mâchoires sont articulées à la partie inférieure et les articulations sont munies de graisseurs.

Les freins sont normalement serrés par un contrepoids qui, pour que le desserrage se produise, doit être soulevé par le jeu du piston d'un cylindre à air comprimé.

Le serrage est ainsi obtenu par le déplacement d'un levier, dit levier de manœuvre, qui dans la première partie de sa course produit la diminution graduelle de la pression de l'air comprimé dans le cylindre de relevage, laissant ainsi le contrepoids s'abaisser et le frein serrer progressivement, et qui, dans la deuxième partie de sa course, ajoute, au serrage du frein produit par le contrepoids, la pression d'une admission d'air comprimé sur l'autre face du piston du cylindre de frein.

En dehors du fonctionnement normal du frein par le levier de manœuvre, on a prévu le *serrage d'urgence* qui se produit :

1° Par la manœuvre à la main d'une manette dite *de secours;*

2° Par le déclenchement d'un *électro-aimant* dans le cas où l'indicateur de position des cages dans le puits dépasse les limites normales; ou bien dans le cas où les cages, dépassant le niveau des recettes du jour, mettent en action les évite-molettes placés sur les guidages mêmes; ou encore en cas de manque de courant d'excitation du moteur; ou bien enfin en cas d'ouverture du disjoncteur principal.

Des dispositions sont prises, en outre, pour que le serrage du frein d'urgence provoque en même temps l'interruption du courant dans l'induit du moteur et mette ce dernier en court-circuit sur des résistances.

Ajoutons que le cylindre du frein est disposé pour être alimenté à volonté par de la vapeur à 8 kg : cm² ou par l'air comprimé provenant d'un petit compresseur électrique spécial.

L'installation comporte en outre un indicateur de position déjà nommé, à double vis de réglage, commandé par engrenages par l'arbre même des tambours.

A cet indicateur de position est adjoint un indicateur enregistreur de vitesse, système Karlik.

Le mécanicien est placé du côté gauche et à 2,70 m de l'axe des tambours en regardant le puits; il a à sa droite le levier de marche et à sa gauche le levier de frein.

Moteur électrique. — Le moteur est, d'un côté, accouplé par plateau à l'arbre principal du treuil et repose de l'autre sur un palier.

Il est à pôles auxiliaires et doit satisfaire au régime d'extraction déjà défini (*fig.* 3).

La vitesse de régime est, comme nous l'avons dit, de 26,5 t : m. L'échauffement en service normal est au maximum de 50° au-dessus de l'ambiante,

Le moteur est capable, sans échauffement exagéré, de fournir pendant 1 heure une puissance supérieure de 20 pour 100 à celle spécifiée pour les conditions normales du régime. Enfin il peut faire avec une accélération en 45 secondes, une cordée exigeant une puissance supérieure de 35 pour 100 à la normale.

Les isolants d'induit ont été essayés à 1200 volts; ceux des inducteurs à 500 volts.

Les balais sont en charbon, à calage variable mais réglable.

Les pôles sont feuilletés, l'induit traîné, le bobinage fait sur gabarit.

Le collecteur est isolé au mica.

La figure 5 donne le schéma général des connexions

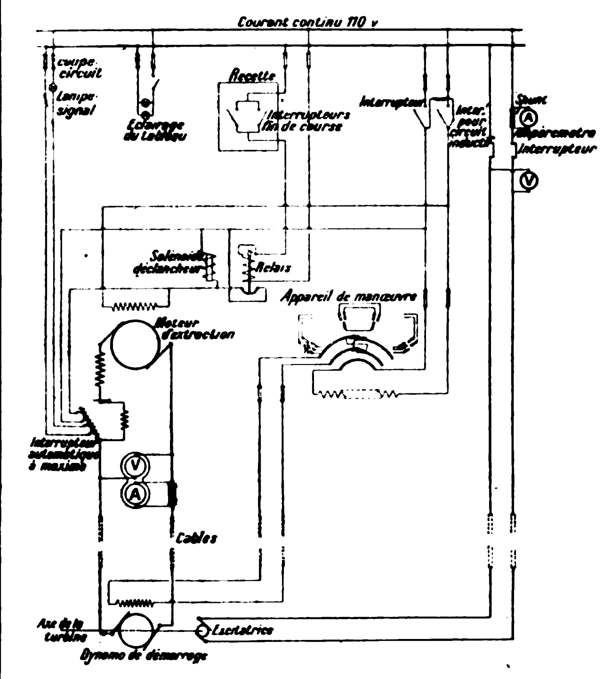


Fig. 5. — Schéma général des connexions entre la dynamo de démarrage et le moteur d'extraction.

entre la génératrice spéciale de démarrage et le moteur. On voit que ces deux machines sont accouplées induit à induit par câbles souterrains et qu'elles sont toutes deux à excitation indépendante (dispositif Léonard). Le courant d'excitation, à 110 volts, est fourni par l'excitatrice montée en bout d'arbre de la turbo-génératrice.

Un appareil de manœuvre inverseur règle le courant d'excitation de la dynamo de démarrage et donne, par la manœuvre d'un seul levier, la marche avant ou la marche arrière avec un réglage très progressif de la vitesse.

De plus cet appareil comporte un dispositif empêchant que, par une manœuvre trop brusque, l'intensité du courant d'induit puisse dépasser les 1800 ampères prévus ainsi que d'un autre dispositif, combiné avec l'indicateur de profondeur, assurant automatiquement le ralentissement du treuil aux extrémités de course.

Dans le cas où l'on désire fonctionner en marche réduite, un levier spécial permet de mettre en circuit une résistance supplémentaire.

Une colonne en fonte, en vue du mécanicien, porte un voltmètre de précision de 250 mm de diamètre et un ampèremètre de même dimension, à graduation bilatérale. Sur cette colonne est également placé un manomètre de contrôle pour la pression de l'air comprimé servant au cylindre à frein.

L'installation est complétée : par deux interrupteurs de fin de course adaptés à l'indicateur de profondeur;

par un solénoïde de déclenchement du frein de secours en cas de fonctionnement des interrupteurs de fin de course; par deux évite-molettes électriques placés dans les guidages du puits; enfin par un interrupteur de secours permettant au mécanicien de libérer le frein d'urgence.

Installation de compression d'air. — Un moteur triphasé sous 190 volts actionne le compresseur qui fournit l'énergie de freinage.

Ce moteur est muni d'un démarreur automatique à action centrifuge. Un dispositif spécial arrête et remet en marche le moteur si la pression dans le réservoir d'air comprimé atteint 7 atm ou descend à 5 atm.

La figure 6 donne le schéma de cette installation auxiliaire.

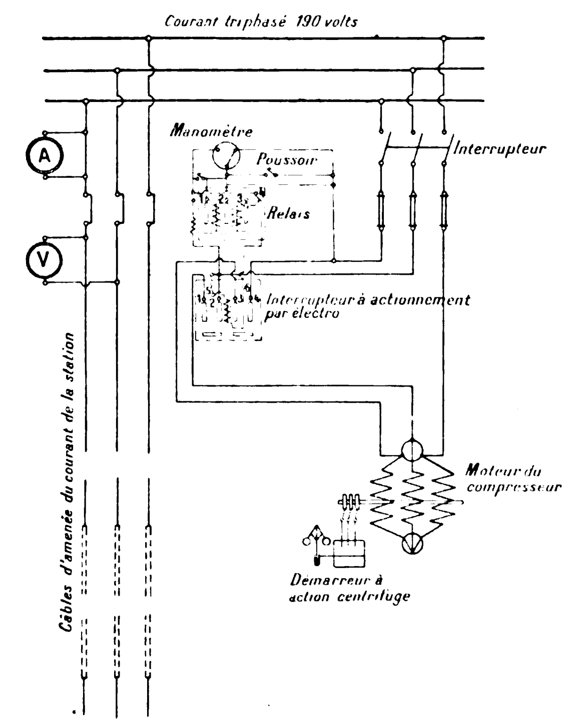


Fig. 6. — Schéma de l'installation de compression d'air.

Résultats d'exploitation prévus. — L'installation, quoique terminée, n'étant pas encore en service, il ne nous est pas possible d'indiquer quelques résultats d'exploitation. Nous signalerons toutefois à titre documentaire, les chiffres qui sont prévus ([1]).

La consommation d'énergie par cordée en kilowatts-seconde mesurés aux bornes du moteur est égale à la surface du diagramme de puissance (*fig.* 3). Pour exprimer cette énergie en kilowatts-heure, aux bornes de la génératrice, il faut diviser cette surface par 3600 secondes et tenir compte du rendement des canalisations qui est d'environ 98 pour 100. On arrive ainsi au chiffre de 5,17 kilowatts-heure par cordée.

Pour les services auxiliaires (excitation, compresseur, manœuvres) on compte sur 0,25 kilowatts-heure, ce qui porte la consommation totale par cordée à 5,42 kilowatts-heure. D'autre part le travail utile fourni est, en chevaux-heure dans le puits

$$\frac{5000 \times 250}{75 \times 3600} = 4,63 \text{ ch-h}$$

et en kilowatts-heure

$$4,63 \times 0,736 = 3,4 \text{ kw-h}.$$

D'où un rendement global de l'installation de

$$\frac{3,4}{5,42} = 62,7 \text{ pour } 100.$$

Si l'on compte sur une consommation industrielle de vapeur du groupe électrogène de 10 kg par kilowatt-heure, la consommation par cordée sera de 54,2 kg de vapeur; soit, par cheval-heure utile dans le puits,

$$\frac{54,2}{4,63} = 11,5 \text{ kg environ} \quad (^1).$$

D'autre part on peut compter sur une vaporisation industrielle de 7 kg de vapeur par kg de charbon; la consommation annuelle de combustible sera donc

$$\frac{60 \times 14 \times 300 \times 54,2}{7 \times 1000} = 1950 \text{ tonnes}.$$

Pour une bonne machine à vapeur, les garanties des constructeurs porteraient sur une consommation d'au moins 20 kg par cheval utile dans le puits ([2]) non compris la vapeur dépensée dans la condensation et autres auxiliaires lors des arrêts. La consommation de combustible serait donc

$$\frac{20 \times 4,63 \times 60 \times 14 \times 300}{7 \times 1000} = 3340 \text{ tonnes},$$

et l'économie annuelle résultant de l'application de la commande électrique sera de 1390 tonnes, soit environ 42 pour 100. Cette économie est réduite d'environ un quart pour l'amortissement des frais de premier établissement supplémentaires de la centrale, estimés à 150 000 fr. Elle reste cependant fort appréciable dans une région où le combustible coûte 30 fr la tonne.

Nous espérons que les résultats d'exploitation viendront confirmer prochainement ces prévisions et faire ressortir les avantages économiques et techniques de ce nouveau système de commande des machines d'extraction électriques.

G. Sauveau.

([1]) D'après l'Ouvrage déjà cité de M. Brunswick. Nos chiffres de puissance et par suite de consommation sont légèrement supérieurs à ceux de M. Brunswick. Cela provient de ce que nous avons fait usage de PD^2 plus élevés, qui nous ont été indiqués par la maison Lahmeyer *après construction* de la machine.

([1]) Nous avons déjà indiqué qu'au puits Mauve, où les conditions d'exploitation sont, il est vrai, un peu plus favorables, la consommation industrielle ne se serait élevée qu'à 9 kg de vapeur par cheval-heure utile dans le puits.

([2]) Des essais en marche industrielle, pour des conditions à peu près identiques d'exploitation par machine à vapeur perfectionnée, nous ont fourni des chiffres variant entre 23 et 25 kg.

ÉCLAIRAGE.

ÉCLAIRAGE PUBLIC.

Comparaison des dépenses d'éclairage public par lampes à arc et par lampes à incandescence.

D'un article publié par *Municipal Engineering* et analysé récemment par un de nos confrères français [1] il résulte, en premier lieu, que l'éclairage par lampes à arc à crayons en magnétite est beaucoup plus économique que l'éclairage par lampes à crayon de charbon; en second lieu, que l'éclairage par lampes à incandescence à filament de tungstène peut lutter avantageusement avec l'éclairage par lampes au gaz lorsque l'énergie électrique est vendue 0,15 fr le kilowatt-heure et le gaz 0,13 fr le mètre cube.

Les lampes à crayons de magnétite envisagées pour la comparaison sont des lampes de 4 ampères sous 75 volts. Ces lampes fournissent, paraît-il, un éclairage effectif de 30 pour 100 supérieur à celui donné par une lampe à crayons de charbon de 480 watts. Ces lampes sont vendues un prix très élevé. Mais comme les crayons de magnétite n'ont besoin d'être changés qu'au bout de 175 à 200 heures et qu'on peut sans inconvénient avec ces crayons supprimer les globes diffuseurs, la diminution des frais d'entretien qui en résulte est de beaucoup supérieure à l'augmentation de dépenses ressort de l'intérêt et de l'amortissement. C'est ce qui résulte du Tableau suivant des frais occasionnés par 100 lampes de l'un et l'autre type.

Comparaison des dépenses de 100 lampes à arc à crayons de magnétite et de 100 lampes à crayons de charbon.

	Charbon.	Magnétite.
Dépenses de premier établissement. — Valeur approximative de 100 lampes à arc, de 9,6 ampères, comprenant lampes, court-circuit	3 000,00 fr	
Valeur approximative de 100 lampes à magnétite, compris redresseurs, lampes, court-circuit		28 500,00 fr
Intérêt et dépréciation à raison de 12 pour 100................	360,00—	3 420,00—

Entretien. — Pour le changement journalier des charbons, un homme à 250 fr. par mois peut suffire pour les 100 lampes.

	Charbon.	Magnétite.
Coût par lampe et par année.	30,00 fr	
Pour les arcs à magnétite, en comptant un fonctionnement annuel de 4000 heures, il faudra remplacer les électrodes environ 23 fois. Le coût par lampe-arc ne sera plus que de..............		5,00 fr
Charbons et électrodes. — Pour les arcs ordinaires, il faudra deux charbons par jour ou 730 par an, à raison de 37,50 fr. le mille. Le coût par lampe-arc sera	27,50 fr	
Pour les arcs à magnétite, il faut compter comme durée d'électrodes 175 à 200 heures ou 23 remplacements dans l'année, à raison de 0,50 fr par unité pour les inférieures et 3,50 fr pour les autres, le coût par lampe-arc sera		8,50 fr
Pour les globes, nous compterons respectivement par lampe-arc........................	1,50—	2,50—
Comme réparations, on ne peut faire un calcul exact, nous prendrons en moyenne..............	12,50—	3,75—
Renouvellement des tubes redresseurs, en moyenne par lampe-arc........................		15,00—
Total de l'entretien par lampe-arc........................	71,50 fr	34,75 fr
Total pour les 100 lampes....	7 150,00—	3 475,00—

Dépense de courant. — En admettant une perte en ligne de 10 pour 100 dans le cas des lampes de 9,6 ampères, la perte sera réduite en proportion pour les lampes à magnétite de 4 ampères, soit au quart, de sorte que l'on aura pour des consommations de 480 w, 310 w une perte totale, pour les arcs ordinaires de 83,500 w, correspondant à 10 pour 100 dans la ligne et un rendement de 64 pour 100 de la lampe et à une perte pour les lampes à magnétite de 38,800 w, correspondant à 2 pour 100 de perte en ligne et un rendement du redresseur égal à 83 pour 100.

	Charbon.	Magnétite.
L'éclairage durant 4000 heures par an, en supposant le courant à 0,15 fr. le kw-h la dépense par lampe-arc sera de..........	250,50 fr	114,00 fr
Au total pour 100 lampes.....	25 050,00—	11 400,00—

Récapitulation.

Intérêt et amortissement......	360,00 fr	3 420,00 fr
Entretien......................	7 150,00—	3 475,00—
Dépense de courant..........	25 050,00—	11 400,00—
Totaux pour les 100 lampes.	32 560,00 fr	18 295,00 fr

ce qui montre une différence en faveur de la lampe à magnétite, de 142,65 fr par lampe ou un total de 14 265 fr par an.

Pour la comparaison des dépenses résultant de l'éclairage par lampes à incandescence, l'auteur envisage trois types de lampes : la lampe à filament en carbone consommant 3,5 watts par bougie, la lampe à filament métallique G. E. M. consommant 2,7 watts par bougie et enfin la lampe à filament en tungstène consommant 1,25 watt par bougie.

[1] *L'Édilité technique*, t. III, octobre 1910, p. 309.

Cette comparaison est établie comme il suit :

Si nous admettons pour ces lampes un fonctionnement annuel de 4000 heures, en supposant le courant à 0,15 fr le kilowatt-heure, la dépense de courant pour 100 lampes de 40 bougies sera :

Lampe à filament de carbone	4200,00 fr
— métallique............	3240,00
— de tungstène	1500,00

(non compris les pertes dans le transformateur).

Pour le renouvellement des lampes on a :

Nombre de renouvellements ..	4	4	2
Prix de la lampe en francs....	2,465	2,765	5,575
Prix pour 100 lampes en francs.	986	1105	1822,50

Le coût total pour 100 lampes, compris énergie consommée et renouvellement des lampes, est :

Lampes à filament de charbon	5188,00 fr
— G. E M.............	4345,00 —
— de tungstène........	3222,50 —

L'auteur donne ensuite des Tableaux de comparaison entre l'éclairage par lampes au tungstène et par lampes à incandescence au gaz. Le pouvoir éclairant des manchons portés à l'incandescence par le gaz baisse rapidement; au bout de 100 heures, il a diminué de 25 pour 100, et après 1000 heures il n'est plus que de 25 à 30 pour 100 de celui du début, tandis que la lampe au tungstène ne varie pas sensiblement pendant toute sa durée. D'autre part, les prix sont, à raison de 3,75 fr les mille pieds cubes de gaz et de 0,15 fr le kilowatt-heure, pour des foyers lumineux de 60 bougies brûlant 4000 heures par an :

Pour un bec à incandescence par le gaz de 60 bougies, consommant 3,5 pieds cubes de gaz à l'heure pour 4000 heures :

14000 pieds cubes $\times \frac{3,75}{1000}$	52,50 fr
Entretien à raison de 0,15 fr par nuit......	54,75 —
Total par an.......	107,25 fr

Pour une lampe au tungstène de 60 bougies, dépensant 75 watts, en 4000 heures d'éclairage,

300 kw-h à 0,15 fr, soit..........................	22,50 fr
Trois renouvellements de lampes à 6,075 fr......	18,25 —
Total par an.......	40,75 fr

soit un avantage, au point de vue économique, de 66,50 fr en faveur de la lampe au tungstène.

ARC AU MERCURE.

Luminescence dans l'arc au mercure dans le vide (1).

M. Perot indique d'abord les différents aspects que peuvent résenter les anneaux d'interférence de la raie verte du mercure quand la lumière est fournie par un arc à mercure dans le vide dont la pression de vapeur croît.

Il rappelle que la raie ve te est formée d'une composante p incipale et d'un grand nom re de satellites, parmi lesquels s'en trouve un articulièrement intense. Pour des arcs à très basse pres ion la composante principale se présente toujours sous la forme d'un simple anneau brillant; si la pression croît, et si la lumière traverse une région non lumineuse, un renversement apparaît avec une largeur et un d placement vers le rouge d'autant plus grands que la pression est plus élevée, en même temps l'éclat du satellite augmente, mais il ne montre jamais de trace de renversement. Si la pression est de 4 cm le bord rouge seulement de la composante principale subsiste. On peut obtenir ces appaences en examinant la lumière fournie par un arc en forme de *h* dans différentes directions. Le fait important pour ce qui va suivre est la stabilité dont la longueur d'onde a toujours été trouvée invariable.

Les arcs qui ont servi pour l'étude de la luminescence avaient en général la forme de ballons d'une dizaine de centimètres de diamètre. la décharge traversant le ballon suivant un diamètre, Voici les observations faites :

1° Pour de très faibles pressions, la décharge remplit tout le ballon sous la forme d'une luminosité blanche; si l'on fait rentrer de l'air petit à petit, on voit se former une colonne rose, qui, la pression continuant à croître, devient un cordon lumineux, analogue à la colonne positive des tubes à gaz;

2° Il se produit un transport de mercure de l'anode à la cathode;

3° Si, la pression étant très basse, on introduit de la vapeur d'eau, le ballon devient complètement obscur, rien d'ailleurs ne paraissant changé dans le reste de l'arc;

4° L'étude de la longueur d'onde du satellite principal, faite avec la lumière émise dans le sens du courant et en sens inverse, montre que les centres lumineux se déplacent dans le sens du courant avec une vitesse qui varie de 30 m à 350 m à la seconde, suivant la pression;

5° L'étude de la répartition du potentiel de l'arc montre une chute de potentiel à l'anode, d'environ une dizaine de volts, la chute de potentiel dans l'arc étant environ 1,3 volt par 100;

6° Si l'on mesure la pression sur l'anode à l'aide d'un tube soudé en bas du tube qui contient celle-ci et aboutissant à la chambre de condensation, on constate l'existence d'une surpression qui varie instantanément avec le courant et croît avec celui-ci; elle dépend du diamètre du tube;

7° Si l'on admet que les supports des charges positives sont des atomes de mercurosum, on peut relier la chute anodique à la surpression; on trouve par le calcul des surpressions extrêmement voisines de celles qui ont été mesurées; la vitesse des porteurs électriques étant voisine de 2,4 km : s.

Les faits énoncés plus haut, conduisent aux hypothèses suivantes :

1° L'émission des raies spectrales par les porteurs électriques est extrêmement faible sinon nulle;

2° Cette émission est due à des atomes mercuriels mis en vibration par le choc des porteurs électriques;

3° Les centres lumineux rencontrent dans leur mouvement des molécules inertes qu'ils mettent en mouvement sans les rendre lumineuses;

4° L'énergie de vibration des centres lumineux n'est pas altérée par les chocs, une différence de phase seule se produit.

(1) A. Pérot, Communication faite à la séance du 2 décembre 1910 de la Société française de Physique.

MESURES ET ESSAIS.

INSTRUMENTS DE MESURES.

Les instruments électriques anglais à l'Exposition de Bruxelles.

« L'Exposition de Bruxelles est la première exposition internationale pour laquelle l'organisation de la Section britannique a été dirigée par le Bureau des Expositions du Board of Trade.

» Le Comité des Arts libéraux fut l'un des nombreux comités nommés pour assister l'Administration et c'est à un de ses sous-comités qu'est échue la tâche d'organiser l'exposition des Instruments de Physique. Reconnaissant la grande importance des descriptions détaillées dans une exposition d'instruments scientifiques modernes, le Board of Trade a édité des Catalogues illustrés en anglais et en français qui ne sont pas simplement disposés pour la compilation, mais qui peuvent être aussi des livres de référence qu'on consultera toujours avec fruit [1]. »

Après avoir ainsi donné, dans la préface du Catalogue, une idée de l'effort fait pour intéresser et guider le visiteur, M. R.-T. Glazebrook, directeur du National Physical Laboratory, ajoute :

« L'électricité, qu'il s'agisse de sa mesure ou de ses applications, est la branche de la Science la plus largement représentée, et les appareils exposés par la Cambridge Scientific Instrument C° et par MM. R.-W. Paul donnent des exemples de la grande variété des instruments demandés par les électriciens. Parmi les instruments les plus intéressants sont ceux pour la mesure des courants alternatifs de fréquences ordinaires aussi bien que de fréquences exprimées en millions par seconde. Les oscillographes de Duddell et d'Irwin, le galvanomètre à vibrations et les types variés d'ampèremètres thermiques sont des exemples remarquables de cette application.

» L'emploi des méthodes électriques pour la mesure de la température a donné naissance à des appareils d'une exactitude unique qui peuvent trouver place dans le laboratoire, dans l'usine et dans le four. Ils peuvent s'étendre depuis les instruments de précision à résistance qui donnent une exactitude de 0°,001 C. jusqu'aux types plus nombreux de thermomètres à lecture directe; les parties indicatrices de ceux-ci peuvent être placées, s'il est nécessaire, à une grande distance de l'endroit soumis à la température qu'on doit mesurer. Pour les très hautes températures, le pyromètre Féry, exposé par la Cambridge Scientific Instrument C°, ne dépend seulement que de la radiation calorifique provenant du four. Ce pyromètre a été modifié pour obtenir un instrument à lecture directe ne nécessitant l'emploi d'aucun appareil électrique.

» Le galvanomètre d'Einthoven, exposé par la Cambridge Scientific Instrument C°, et les instruments à un seul pivot de MM. Paul sont des développements intéressants des instruments modernes. Ce dernier type d'appareil fournit une série de galvanomètres d'une sensibilité inconnue jusqu'ici dans les instruments transportables. Ils peuvent être utilisés comme indicateurs de température, même pour les températures atmosphériques ordinaires, si on les réunit à des couples thermo-électriques qui sont souvent constitués de matières réellement peu coûteuses.

» Le galvanomètre d'Einthoven, employé comme instrument de diagnose cardiaque, promet d'avoir, dans l'avenir, une importance qu'il est impossible d'estimer.

» Parmi les appareils électriques généraux, il faut remarquer l'emploi croissant des boîtes de résistances, à forme en décades et à contacts tournants, remplaçant les boîtes à fiches; ce modèle d'appareil est, en général, bien plus convenable pour tous les essais. L'usage de contacts à mercure, analogues à ceux employés dans les résistances de très grande précision, a été adopté pour les résistances qui constituent les ponts de Wheatstone, modifiés par Callendar et Griffiths et utilisés pour les déterminations précises à l'aide du thermomètre en platine.

» Les voltmètres électrostatiques de Kelvin, de types variés, et les balances pour la mesure des courants, de MM. Kelvin et White, restent les instruments étalons pour le courant alternatif.

» MM. Gambrell Bros. exposent une série de galvanomètres simples pour laboratoires ainsi que des commutateurs spéciaux pour essais de câbles.

» MM. Naldor Bros. et Thompson exposent leur appareil électrostatique transportable pour la mesure de la résistance d'isolement et une collection d'instruments divers, entre autres ceux destinés aux tableaux de distribution.

» La Morgan Crucible C° expose une variété de balais en charbons pour les machines électriques.

» The Reflector Syndicate expose une série de miroirs métalliques, de dimensions variées, pour projecteurs et applications similaires; la perfection de la forme est assurée par le dépôt du métal sur un moule auxiliaire en verre ayant la courbure nécessaire.

» L'exposition de la Synchronome C°, réalise la forme

---

[1] Le Sous-Comité des Instruments mathématiques et scientifiques qui a eu la responsabilité de l'organisation de cette section était ainsi constitué :

MM. R.-T. GLAZEBROOK, D. Sc., F. R. S., *président;* Prof. C.-H. LEES, D. Sc., F. R. S., *vice-président;* A.-N. DISNEY, M. A.-W. DUDDELL, F. R. S., R.-G.-K. LEMPFERT. M. A., E.-H. RAYNER, M. A., R.-S. WHIPPLE ; M. H. LANGRIDGE, du Board of Trade, *secrétaire.*

Ce Comité a chargé M. E.-H. Rayner de surveiller l'impression et m'a fait le très grand honneur de me confier la traduction du catalogue. Je tiens à remercier bien sincèrement MM. Glazebrook et Rayner de leur extrême amabilité à mon égard en cette occasion.

C. C.

pratique d'une installation de distribution électrique de l'heure. Plusieurs cadrans, actionnés par une horloge-mère entretenue électriquement, sont distribués dans toute la Section britannique. »

Ces quelques lignes donnent au lecteur, mieux que nous n'aurions pu le faire nous-mêmes, une vue d'ensemble très exacte de l'Exposition spéciale qui nous occupe. Nous y ajouterons quelques renseignements succincts sur les instruments modernes exposés les plus caractéristiques [1].

I. Galvanomètres. — *Galvanomètre Ayrton-Mather* [2]. — C'est un instrument du type à *cadre mobile*, la bobine et l'aimant étant de la forme trouvée par MM. Ayrton et Mather pour donner la plus grande sensibilité pour une période donnée (*fig.* 1).

La bobine est enroulée avec du fil non magnétique,



Fig. 1. — Galvanomètre Ayrton-Mather.

et, après enroulement, le cadre est traité par un procédé chimique pour enlever toutes traces de matière magnétique dans la soie recouvrant le fil ou le cadre [3]. L'ensemble du système mobile est enfermé dans un tube, à l'abri de la poussière, de sorte que des systèmes suspendus de résistance et période différentes peuvent être interchangés rapidement. La suspension est pourvue d'une tête de torsion et d'un système d'arrêt. Une extrémité est réunie à la charpente pour éliminer les forces électrostatiques et les vis de niveau sont munies de pieds isolants en ébonite.

La période de l'instrument est ordinairement réglée pour être de 8 secondes, quoique de plus longues périodes puissent être obtenues pour des travaux balistiques.

Une bobine d'amortissement, qui peut être placée en circuit en abaissant une clef, est réunie à chaque tube de suspension. Cette bobine est arrangée de telle façon que, quand elle est en circuit, le mouvement est presque apériodique.

Les données suivantes sont celles de quelques galvanomètres Ayrton-Mather récemment construits :

Résistance de la bobine en ohms.	Période de la bobine en secondes hors du champ magnétique.	Déviation en mm à 1 mètre.			Formule de Mérite.
		par micro-amp.	par micro-volt.	par micro-coulomb	
7	3,0	18	2,6	37	90
7	8,0	139	19,8	110	100
20	8,2	245	12,2	190	110
20	3,5	53	2,6	100	130
146	7,8	540	3,7	435	123
400	8,3	757	1,9	590	100

Galvanomètre à bande tordue en spirale Ayrton-Perry-Duddell [1]. — La partie caractéristique de ce galvanomètre consiste en une bande métallique délicate enroulée d'après la manière indiquée par Ayrton et Perry. La moitié de la longueur est enroulée dans un sens et l'autre moitié dans le sens opposé.

Au centre de cette bande sont fixés un miroir et une plaque d'amortissement. La bande et deux fils droits du même métal sont tendus ensemble entre deux blocs au moyen d'un ressort.

Tout changement dans la température atmosphérique tend à allonger ou à raccourcir également la bande et les fils, et ainsi le miroir ne tourne pas. Si, cependant, un courant est envoyé dans la bande, alors elle s'échauffe et se tord, obligeant le miroir à tourner.

L'instrument est tout à fait apériodique et à indications très rapides, de sorte qu'il est capable de suivre des courants variant, dans une petite étendue, aussi rapidement qu'un à deux cycles par seconde.

L'instrument est très robuste et peut être porté dans la poche, est aisément mis en place sans nivellement et a une self-induction et une capacité extrêmement petites.

Il a un grand nombre d'utilisations et peut être employé (avec résistances convenables) comme voltmètre mesurant de 0,1 volt à 10000 volts ou comme ampèremètre pour mesurer de petits et de grands courants.

Les déviations sont approximativement proportionnelles au carré du courant. Avec un instrument récent, le plus petit courant *mesurable* était $6,0 \times 10^{-3}$ ampère et le plus petit *décelable* $0,6 \times 10^{-3}$ ampère.

(*A suivre.*) C. Chéneveau.

[1] Nous tenons à remercier The Cambridge Scientific C°, MM. R.-W. Paul, Nalder Bros. and Thompson, Gambrell Bros. Hope-Jones, d'avoir bien voulu nous prêter des clichés de leurs intéressants appareils.

[2] Ayrton and Mather, *Galvanometers* (*Phil. Mag.*, t. XXX, July 1890, p. 58).

[3] On peut vérifier aisément qu'il en est ainsi à l'aide de la balance magnétique de P. Curie et C. Chéneveau (*Phys. Soc. of London*, avril 1910).

[1] W. Duddell, *Instruments for the measurements of large and small alternating currents* (*Phil. Mag.*, july 1904); *L'Industria : Rivista tecnica*, 6 mai 1906.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Sur la valeur du champ à la surface d'un conducteur pour laquelle commence l'ionisation de l'air (¹).

Les expériences ont été faites en prenant comme électrodes un tube cylindrique et un fil coaxial.

L'auteur a trouvé que le gradient de potentiel nécessaire pour provoquer l'ionisation est de $32 + 13,4\sqrt{a}$ kilovolts par centimètre, a étant le rayon du fil en centimètres.

Ce champ est indépendant de la nature des électrodes et du rayon interne du tube extérieur. Cependant, le champ électrique, au moment de la décharge, possède une valeur minimum quand la distance des électrodes est une certaine fonction de leurs rayons.

L'auteur attribue un grand rôle aux courants d'air électrisé qui entourent l'électrode avant que la décharge n'ait lieu et qu'on néglige généralement; ceux-ci modifient souvent d'une façon très appréciable les valeurs de la tension disruptive au moment de la décharge.

Il y a une similitude frappante entre la formule qui donne le gradient de la température à la surface d'un fil chaud se refroidissant dans l'air et la formule empirique du gradient de potentiel à la surface d'un fil électrisé quand l'ionisation commence à sa surface.

La luminescence résiduelle après la décharge électrique (²).

On sait que, lorsqu'une décharge électrique se produit, à basse pression, dans certains gaz, une lueur persiste pendant quelques secondes après la décharge. L'auteur a constaté que, pour l'oxygène pur, cette luminescence résiduelle, si elle existe, est excessivement faible. Dans l'air, elle est d'un beau jaune; dans l'azote pur, elle ne se montre pas. Cette luminescence est généralement attribuée à la formation d'ozone, car elle ne se produit que si l'oxygène est présent, et elle est détruite par la chaleur. M. Strutt confirme le fait en montrant : 1° qu'elle ne se produit pas si l'on plonge le tube dans l'air liquide par suite de la condensation de l'ozone; 2° qu'elle est détruite par passage sur les oxydes de cuivre, manganèse et argent; 3° que le gaz luminescent oxyde l'argent. L'auteur montre ensuite que la luminescence n'est autre chose qu'une flamme à basse température, provenant de l'oxydation de l'oxyde nitrique par l'ozone.

(¹) A. RUSSEL, Communication faite à la séance du 25 novembre de la Physical Society, de Londres.

(²) R.-J. STRUTT, Communication faite à la séance du 25 novembre de la Physical Society, de Londres.

Contacts électriques efficaces sans pression (¹).

On sait que, quand deux pièces métalliques en contact n'appuient que légèrement l'une sur l'autre, un courant de faible tension ne peut franchir leur surface de séparation. La pression nécessaire pour que le courant s'établisse est très grande quand on emploie des métaux oxydables; elle est encore très appréciable dans le cas des métaux nobles (or, argent, platine) fraîchement nettoyés.

Dans beaucoup d'applications de l'électricité et particulièrement dans la réalisation d'appareils de mesures, cette propriété des contacts métalliques est très gênante; il faudrait un contact qui fût efficace sans aucune pression.

Les contacts métal-charbon et charbon-charbon présentent les mêmes défauts que les contacts métalliques. M. Lippmann a cherché dans une autre voie et il a constaté qu'il suffit de prendre un métal quelconque en contact avec un électrolyte quelconque.

Un excellent dispositif consiste à prendre une électrode humide constituée par une bandelette de papier à lettre imbibée d'une solution de chlorure de calcium et collée contre une lamelle de verre verticale; le papier plonge, par un de ses bords, dans un godet contenant de la même dissolution, laquelle sert à entretenir l'humidité du papier et à amener le courant; un conducteur métallique frotte sur le papier.

Ce dispositif donne un contact parfait sans aucune pression. M. Lippmann s'en est assuré en prenant comme conducteur métallique une languette découpée dans une feuille d'or battu : un galvanoscope ou un relais intercalé dans le circuit réagit infailliblement; et cependant il est certain que la feuille d'or est trop flexible ou trop légère pour exercer une pression appréciable. Il convient d'observer que si l'on remplace le papier par de la gélatine ou de la terre poreuse mouillée, on n'a plus de bons résultats.

Le contact mercure-platine a été aussi étudié; il n'est pas efficace sans pression, car l'électricité ne commence à passer que quand le fil du plateau est enfoncé dans le mercure jusqu'à produire une pression très visible. Par contre, il y a contact efficace sans pression entre deux fils d'argent amalgamés l'un et l'autre; il faut seulement qu'il y ait assez de mercure pour que l'argent ait l'apparence d'une surface mouillée.

Pour certaines applications, il est bon de remarquer que si le contact n'exige aucune pression pour devenir efficace dans les conditions indiquées, la rupture du contact exige une force appréciable, car les surfaces en contact adhèrent l'une à l'autre par capillarité.

(¹) G. LIPPMANN, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 151, 5 déc. 1910, p. 1016.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique (suite) (¹),

Par MM. FERNAND PAYEN et PAUL WEISS.

SECTION III.

CONCURRENCE ENTRE UN CONCESSIONNAIRE ET UN ENTREPRENEUR DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE SUR TERRAIN PRIVÉ.

A première vue une concurrence de ce genre ne paraît guère possible. L'article 2 de la loi de 1906 précise en effet, qu' « une distribution d'énergie électrique n'empruntant sur aucun point de son parcours des voies publiques peut être établie et exploitée sans autorisation ni déclaration » (sous réserves des prescriptions édictées pour la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques quand les conducteurs électriques se trouvent à moins de 10 m d'une de ces lignes).

La question cependant vient de se poser à la suite de la création à Paris de diverses entreprises de distribution d'énergie électrique par îlots qui ont pour objet la vente de l'énergie électrique, produite par des moteurs installés sur place, et transmise aux divers locataires des immeubles formant l'îlot par des canalisations n'empruntant en aucun point de leur parcours des voies publiques. De pareilles entreprises qui font le commerce de l'énergie, constituent une concurrence sérieuse pour les concessionnaires de la Ville, mais il est difficile de considérer cette concurrence comme illicite et il est difficile d'y apporter obstacle, puisqu'aux termes de la loi l'Administration ne peut intervenir ni par voie de permission, ni par voie de concession. En aucun cas du moins, ces entreprises ne pourraient faire venir du dehors le courant actionnant leurs moteurs; elles ne pourraient non plus se relier à un réseau de distribution de force motrice sans contrevenir au privilège d'éclairage du concessionnaire.

La question de concurrence est plus délicate à résoudre pour les « coopératives de consommation ». Nous avons vu qu'un particulier peut transporter l'énergie nécessaire à ses propres besoins lorsqu'elle est produite par ses propres moyens, même en empruntant le domaine public. Que faut-il décider si des particuliers s'associent pour produire en commun l'énergie qui est nécessaire à leur éclairage, et pour la répartir entre eux par des canalisations posées sur la voie publique, sans en céder aucune partie à des tiers non associés ? En ont-ils le droit lorsqu'il existe dans la commune un privilège d'éclairage ? On peut soutenir qu'il n'y a pas concurrence au sens de l'article 8 de la loi, parce qu'il n'y a ni commerce de l'énergie ni distribution publique. Car il n'y a commerce et distribution publique que s'il y a appel et vente au public. Or, la répartition entre associés n'est pas une vente; la question a été maintes fois discutée et tranchée par les tribunaux à propos des coopératives; celles-ci ne vendant pas à des tiers ne peuvent être juridiquement considérées comme faisant le commerce et il a fallu une loi spéciale pour les soumettre à la patente. Mais, d'un autre côté, il faut reconnaître que le développement des coopératives de distribution d'énergie électrique serait de nature à rendre très difficile l'exploitation des concessionnaires et que la loi ne paraît pas avoir envisagé de pareilles distributions. La question reste donc douteuse.

(¹) Voir *La Revue électrique* du 30 décembre 1910, p. 467.

CHAPITRE II.

CONCURRENCE ENTRE ENTREPRISES ÉTABLIES SOUS LE RÉGIME DE LA LOI DE 1906 ET ENTREPRISES ÉTABLIES ANTÉRIEUREMENT A LA LOI.

La loi du 15 juin 1906 a organisé une réglementation nouvelle. Dans quelle mesure celle-ci s'impose-t-elle aux permissionnaires et aux concessionnaires préexistants ? Dans quelle mesure, au contraire, peut-il y avoir, en pareille matière, des *droits acquis* ? C'est une question délicate que la loi elle-même n'a que très insuffisamment tranchée.

L'article 26 dit bien que les « concessions et permissions accordées par des actes antérieurs à la présente loi lui sont maintenues dans leur forme et teneur ».

Mais l'article 27 ajoute aussitôt : « sont abrogées la loi du 25 juin 1895 et toutes les dispositions contraires à la présente loi ».

Il y a déjà dans cette double formule un germe de contradictions et, par suite, de difficultés.

Il y en a d'autres dans les trois décrets qui sont intervenus en exécution de la loi pour régler les questions de procédure, les questions techniques, le taux des redevances et la fixation des frais de contrôle.

Ce sont ces difficultés, ou quelques-unes d'entre elles, que nous voudrions examiner.

***

Nous avons dit que l'article 26 de la loi maintenait dans leur forme et teneur « les concessions et permissions accordées par des actes antérieurs ».

On s'est immédiatement demandé si une concession antérieure à la loi de 1906, mais dont la durée, postérieurement à la loi, viendrait à être prorogée, resterait soumise aux conditions primitives jusqu'à l'expiration du nouveau délai prévu dans l'acte de prorogation ? En d'autres termes, une commune et un concessionnaire ayant traité avant 1906 pourraient-ils se mettre d'accord pour proroger leurs traités aux conditions antérieures, légèrement modifiées ou non ?

L'affirmative peut être soutenue dans le seul cas où l'éventualité de la prorogation a été expressément prévue dans l'acte de concession. Encore faut-il que cette prorogation, d'après l'acte de concession, doive s'accomplir d'elle-même et, pour ainsi dire automatiquement, par la seule volonté de l'une des parties.

Si un nouvel accord de volontés était nécessaire, il y aurait, en réalité, un nouveau contrat, et il serait inadmissible que ce nouveau contrat pût faire échec à la loi de 1906.

Quels sont exactement les droits des entreprises qui bénéficient d'une concession antérieure à 1906 ? L'article 26 qui dit « ces concessions sont maintenues dans leur forme et teneur » doit-il être pris dans un sens absolu ? La question a donné lieu à de sérieuses controverses.

Une distinction essentielle est à faire. En vertu des principes généraux du droit, certaines dispositions légales ont toujours un effet rétroactif, ce sont celles qui sont d'ordre public, c'est-à-dire, dans l'espèce, celles qui ont trait à la sécurité des installations, à celle du public et des ouvriers, et à celle des lignes télégraphiques ou téléphoniques. Les dispositions de cet ordre que contient la loi de 1906 sont applicables rétroactivement aux concessions antérieurement consenties.

Mais toutes les autres dispositions de la loi sont sans effet rétroactif.

Les entreprises antérieures à la loi ne peuvent donc *ni bénéficier*

des dispositions favorables de cette loi, ni se voir imposer les charges que la loi a créées.

Elles échappent en particulier aux dispositions de la nouvelle loi qui réglementent la concurrence. Elles sont régies, à ce point de vue, par la législation antérieure et par les dispositions de leur contrat.

En principe quelles étaient, au point de vue de la concurrence, les règles en vigueur avant la loi de 1906 ?

Il faut noter d'abord que la distinction entre les concessions et les permissions de voirie n'avait pas la même netteté qu'elle présente aujourd'hui. Les permissions de voirie contenaient souvent des clauses qui en faisaient de véritables concessions dissimulées sous le nom de *permission*. Telles étaient par exemple les permissions de voirie accordées aux secteurs parisiens.

Comme il est de règle en matière d'interprétation de contrats, il convient donc de s'en rapporter au fond plutôt qu'à la forme, et à la portée des mots plutôt qu'aux mots eux-mêmes.

Cette réserve faite, quelles étaient avant 1906 les règles posées par la jurisprudence ?

La jurisprudence n'admettait pas que les concessions pussent constituer au profit d'un tiers le monopole de l'éclairage privé, mais elle arrivait, par une voie détournée, à un résultat analogue. Elle décidait en effet que les communes pouvaient, pour assurer sur leur territoire le service de l'éclairage tant public que privé, s'interdire d'autoriser ou seulement de favoriser sur le domaine municipal tout établissement pouvant faire concurrence à leur concessionnaire [1].

Une commune ne pouvait donc pas, avant la loi de 1906, instituer au profit d'un concessionnaire le monopole de la vente de l'énergie, mais elle pouvait instituer ce monopole d'une façon indirecte en s'interdisant de donner les permissions de voirie nécessaires à une entreprise concurrente pour s'installer sur son territoire.

Le droit d'accorder des concessions appartenait d'ailleurs à la commune seule; le maire et le conseil municipal statuaient dans les conditions déterminées par les articles 115 et 145 de la loi du 5 avril 1884. Ce n'est qu'exceptionnellement et par une loi spéciale que l'État avait quelquefois accordé des concessions de distribution d'énergie électrique (Jonage, forces motrices du Rhône).

Mais si les ouvrages visés dans le contrat de concession passé avec la commune devaient empiéter sur des voies dépendant du domaine de l'État, celui-ci était appelé ultérieurement, à moins de dispositions législatives spéciales, à délivrer les permissions de voirie nécessaires. L'acte de concession comportait ainsi explicitement ou implicitement une réserve quant à sa complète exécution sur les diverses catégories de voies publiques (Circulaire du 15 août 1893).

D'autre part le maire avait qualité pour assurer l'éclairage public sur toutes les voies de la commune et sur toute l'étendue du territoire, sans qu'il y eût lieu de distinguer entre la petite voirie et la grande voirie (même circulaire).

Donc, et en résumé, le maire avait d'une part le droit de confier l'éclairage public de toutes les voies de la commune à un même entrepreneur, en lui en réservant le monopole par contrat. Et il avait le droit, d'autre part, d'accorder la concession avec privilège de l'éclairage privé sous réserve de permission de voirie qu'il appartenait au préfet de délivrer sur les voies du domaine de l'État.

Que se passait-il en cas de conflit entre la commune, d'une part, et l'État, de l'autre ?

Théoriquement, le droit du préfet d'accorder ou de refuser les permissions de voirie était absolu; de même son droit de les accorder à la fois à plusieurs permissionnaires concurrents. Mais pour éviter tout conflit, la circulaire du Ministre des Travaux publics du 23 août 1893 avait décidé que les permissions de voirie accordées en vue d'une distribution collective de lumière ne seraient plus accordées par les préfets à des particuliers, mais qu'elles seraient données en bloc par lui à la commune, laquelle pourrait les rétrocéder au concessionnaire de son choix.

L'État s'était donc moralement engagé par cette circulaire à ne pas troubler les privilèges d'éclairage accordés par la commune.

Ces privilèges, nous le répétons, pouvaient d'ailleurs être absolus ou partiels suivant les termes des contrats de concession. C'est à ces contrats qu'il faut en définitive se reporter pour savoir quels sont, dans chaque cas particulier, les droits des concessionnaires antérieurs à 1906.

C'est ainsi qu'un entrepreneur ne saurait se prévaloir, vis-à-vis d'un concessionnaire antérieur à la loi de 1906, des dispositions de l'article 8 de ladite loi qui exclut du privilège l'éclairage accessoire des locaux où l'énergie est utilisée comme force motrice si le droit de fournir cet éclairage accessoire n'est pas exclu formellement par le contrat du concessionnaire antérieur.

C'est ainsi encore, et dans un cas opposé, qu'un concessionnaire ancien ne peut se prévaloir de la clause relative à l'égalité des conditions prévue par l'article 8, si une clause du même genre n'a pas été insérée dans le contrat duquel il tient ses droits.

La question s'est posée à Lyon sous une forme particulièrement intéressante :

La ville de Lyon avait, avant la loi du 15 juin 1906, traité avec un concessionnaire. Dans le cahier des charges de cette concession, il était stipulé que tous les concessionnaires ultérieurs seraient soumis aux mêmes charges et redevances, et astreints aux mêmes obligations que le concessionnaire primitif. Cette obligation semblait d'ailleurs avoir été sanctionnée par le Conseil d'État, puisqu'un décret du 22 janvier 1898 avait approuvé un cahier de charges type applicable à toutes les entreprises de la ville de Lyon, et contenant la clause d'égalité entre tous les concessionnaires.

Vint la loi du 15 juin 1906, puis le décret du 17 octobre 1907. Il se trouva que les charges et redevances jadis imposées par la ville étaient en contradiction avec l'article 9 de la loi, avec les articles 1 et 3 du décret. L'ancien cahier des charges prévoyait par exemple une redevance de 6 fr par kilomètre de ligne et par an pour frais de contrôle, tandis que le décret du 17 octobre 1907 n'admet comme maximum que 5 fr par kilomètre et par an. Par exemple encore, les redevances pour occupation du domaine public communal étaient calculées à raison de 0,05 fr ou 0,10 fr par mètre courant de tranchée, tandis que le décret du 17 octobre 1907 fixe le maximum à 0,84 fr; le cahier des charges ancien prévoyait au profit de la ville un prélèvement de 6 pour 100 sur les recettes brutes du concessionnaire, tandis que le décret du 17 octobre 1907 fixe un prélèvement maximum de 4 pour 100, etc.

Que le concessionnaire primitif restât soumis en principe, malgré la loi de 1906, aux conditions de son cahier des charges, cela ne pouvait faire doute. Mais devait-il en être de même d'un nouveau concessionnaire avec lequel la ville était en pourparlers au moment du vote de la loi ?

La ville prétendit qu'elle était en droit d'invoquer l'article 26 de la loi : « Sont maintenues dans leur forme et teneur les permissions accordées par des actes antérieurs à la présente loi », parce que le traité nouveau était contenu en germe dans l'ancien traité, lequel prévoyait expressément l'égalité de charges entre tous les concessionnaires présents et à venir.

Cette thèse était difficile à soutenir. La ville ne saurait se soustraire à perpétuité en vertu du cahier des charges qu'elle invoque aux dispositions de la loi.

Mais si elle appliquait au nouveau concessionnaire les charges moindres que prévoit le décret du 17 octobre 1907, n'allait-elle pas se trouver exposée aux réclamations de l'ancien concessionnaire, prétendant alors jouir du traitement de l'exploitant le plus favorisé ?

Le droit du concessionnaire ancien n'était pas douteux non pas,

(1) Conseil d'État, 26 décembre 1891. Compagnie du Gaz de Saint-Étienne contre Ville de Saint-Étienne. Même date, Compagnie du Gaz de Montluçon contre Société d'éclairage électrique de Montluçon.

nous le répétons, à cause de l'article 8 de la loi de 1906, mais à cause de la clause spéciale inscrite dans son contrat.

Ajoutons d'ailleurs pour compléter le récit de ce cas particulier, que le préfet à qui fut soumis le traité nouveau crut pouvoir l'approuver tel quel, c'est-à-dire admettre que la concession nouvelle serait soumise aux mêmes charges et conditions que la concession ancienne.

Cette solution catégorique va nettement à l'encontre des dispositions de la loi de 1906, et expose la ville aux plus sérieuses contestations.

Le nouveau concessionnaire, bien qu'il ait accepté le traité, ne pourrait-il pas réclamer le remboursement des redevances pour occupation du domaine public qui dépasseraient le taux maximum fixé par le décret du 17 octobre 1907? Les dispositions de ce décret, pris en exécution des termes formels de la loi, ont le caractère de dispositions d'ordre public auxquelles les communes n'ont pas le droit de déroger.

Le concessionnaire lui-même ne peut-il d'ailleurs craindre les protestations des abonnés? Ceux-ci seraient peut-être fondés à poursuivre la réduction du prix de vente à raison de la majoration subie par le prix du fait de l'imposition au concessionnaire de charges non prévues par le règlement.

Pour résumer, nous répéterons que les concessionnaires anciens peuvent invoquer les contrats qu'ils ont passés (sauf sur les points qui touchent à la sécurité du public ou à celle des installations), mais qu'ils ne peuvent bénéficier des dispositions favorables de la loi de 1906, étant donné qu'ils n'en assument pas les charges.

(*A suivre*).

FERNAND PAYEN,
Avocat à la Cour d'Appel.

PAUL WEISS.
Ingénieur en chef des Mines.

Loi portant codification des lois ouvrières (Livre Ier du Code du travail et de la prévoyance sociale).

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

ARTICLE PREMIER. — Sont codifiées dans la teneur ci-après et formeront le Livre Ier du Code du travail et de la prévoyance sociale, les dispositions annexées à la présente loi sous la rubrique : « Livre Ier. — Des conventions relatives au travail. »

ART. 2. — Cette codification n'entrera en vigueur que lorsqu'un décret, rendu sur la proposition du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, aura effectué un nouveau numérotage de ses articles, en une série unique, et modifié corrélativement les références. Elle devra être publiée dans le mois de la promulgation de la présente loi.

ART. 3. — A dater de cette publication, sont et demeurent abrogés, ainsi que toutes les dispositions que ces lois avaient elles-mêmes abrogées antérieurement, les lois, décrets et arrêtés codifiés dans le Livre Ier du Code du travail et de la prévoyance sociale, à savoir :

1° L'article 15 de la loi du 22 germinal, an XI;

2° Les articles 20 à 28 de la loi du 18 mars 1806;

3° Le décret du 2 mars 1848;

4° L'arrêté du 21 mars 1848;

5° La loi du 7 mars 1850;

6° La loi du 22 février 1851, à l'exception de la phrase finale de l'article 8 et de l'ensemble de l'article 9;

7° Le décret du 25 mars 1852;

8° La loi du 21 juillet 1856;

9° La loi du 2 juillet 1890;

10° La loi du 25 juillet 1891;

11° La loi du 12 janvier 1895;

12° La loi du 18 juillet 1901;

13° La loi du 14 mars 1904, à l'exception de l'article 13;

14° La loi du 27 novembre 1909, garantissant leur travail ou leur emploi aux femmes en couches;

15° La loi du 7 décembre 1909 sur le payement des salaires des ouvriers et employés;

16° La loi du 25 mars 1910, supprimant les économats et interdisant aux employeurs de vendre directement ou indirectement à leurs ouvriers et employés des marchandises de quelque nature que ce soit.

ART. 4. — Sont toutefois maintenus, jusqu'à ce qu'ils aient été modifiés, s'il y a lieu, par des règlements d'administration publique nouveaux, les règlements d'administration publique qui se trouvent en vigueur en vertu des dispositions législatives reproduites dans le présent Code.

ART. 5. — Restent respectivement en vigueur, en Algérie et aux colonies, les lois qui y sont actuellement appliquées.

Des décrets rendus sur la proposition du Ministre du Travail et des Ministres compétents peuvent déterminer les conditions d'application en Algérie et aux colonies des dispositions du Code du travail et de la prévoyance sociale.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 28 décembre 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
L. LAFFERRE.

CODE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

LIVRE Ier. — DES CONVENTIONS RELATIVES AU TRAVAIL.

Titre Ier. — Du contrat d'apprentissage.

CHAPITRE I. — DE LA NATURE ET DE LA FORME DU CONTRAT.

ARTICLE PREMIER. — Le contrat d'apprentissage est celui par lequel un fabricant, un chef d'atelier ou un ouvrier s'oblige à enseigner la pratique de sa profession à une autre personne qui s'oblige, en retour, à travailler pour lui; le tout à des conditions et pendant un temps convenus.

ART. 2. — Le contrat d'apprentissage est fait par acte public ou par acte sous seing privé.

Il peut aussi être fait verbalement, mais la preuve testimoniale n'en est reçue que conformément au titre du Code civil : « Des contrats ou des obligations conventionnels en général. »

Les notaires, les secrétaires des conseils de prud'hommes et les greffiers de justice de paix peuvent recevoir l'acte d'apprentissage.

Cet acte est soumis pour l'enregistrement au droit fixe de 1,50 fr, lors même qu'il contiendrait des obligations de sommes ou valeurs mobilières ou des quittances.

Les honoraires dus aux officiers publics sont fixés à 2 fr.

ART. 3. — L'acte d'apprentissage contient :

1° Les nom, prénoms, âge, profession et domicile du maître;

2° Les nom, prénoms, âge et domicile de l'apprenti;

3° Les nom, prénoms, profession et domicile de ses père et mère, de son tuteur ou de la personne autorisée par les parents et, à leur défaut, par le juge de paix;

4° La date et la durée du contrat;

5° Les conditions de logement, de nourriture, de prix et toutes autres arrêtées entre les parties.

Il doit être signé par le maître et par les représentants de l'apprenti.

CHAPITRE II. — DES CONDITIONS DU CONTRAT.

ART. 4. — Nul ne peut recevoir des apprentis mineurs s'il n'est âgé de 21 ans au moins.



Art. 5. — Aucun maître, s'il est célibataire ou en état de veuvage ou divorcé, ne peut loger comme apprenties des jeune filles mineures.

Art. 6. — Sont incapables de recevoir des apprentis :

Les individus qui ont subi une condamnation pour crime;

Ceux qui ont été condamnés pour attentat aux mœurs;

Ceux qui ont été condamnés à plus de trois mois d'emprisonnement pour les délits prévus par les articles 388, 401, 405, 406, 407, 408, 423 du Code pénal.

Art. 7. — L'incapacité résultant de l'article 6 peut être levée par le préfet, sur l'avis du maire, quand le condamné, après l'expiration de sa peine, a résidé pendant trois ans dans la même commune.

A Paris, les incapacités seront levées par le préfet de police.

Chapitre III. — Des devoirs des maitres et des apprentis.

Art. 8. — Le maître doit se conduire envers l'apprenti en bon père de famille, surveiller sa conduite et ses mœurs, soit dans la maison, soit au dehors, et avertir ses parents ou leur représentant des fautes graves qu'il pourrait commettre ou des penchants vicieux qu'il pourrait manifester.

Il doit aussi les prévenir, sans retard, en cas de maladie, d'absence ou de tout fait de nature à motiver leur intervention.

Il n'emploiera l'apprenti, sauf conventions contraires, qu'aux travaux et services qui se rattachent à l'exercice de sa profession.

Art. 9. — Si l'apprenti âgé de moins de 16 ans ne sait pas lire, écrire et compter, ou s'il n'a pas encore terminé sa première éducation religieuse, le maître est tenu de lui laisser prendre, sur la journée de travail, le temps et la liberté nécessaires pour son instruction.

Néanmoins, ce temps ne peut excéder deux heures par jour.

Art. 10. — Le maître doit enseigner à l'apprenti, progressivement et complètement, l'art, le métier ou la profession spéciale qui fait l'objet du contrat.

Il lui délivrera, à la fin de l'apprentissage, un congé d'acquit ou certificat constatant l'exécution du contrat.

Art. 11. — L'apprenti doit à son maître fidélité, obéissance et respect; il doit l'aider, par son travail, dans la mesure de son aptitude et de ses forces.

Il est tenu de remplacer, à la fin de l'apprentissage, le temps qu'il n'a pu employer par suite de maladie ou d'absence ayant duré plus de 15 jours.

Art. 12. — Tout fabricant, chef d'atelier ou ouvrier, convaincu d'avoir détourné un apprenti de chez son maître pour l'employer en qualité d'apprenti ou d'ouvrier, pourra être passible de tout ou partie de l'indemnité à prononcer au profit du maître abandonné.

Chapitre IV. — De la résolution du contrat.

Art. 13. — Les deux premiers mois de l'apprentissage sont considérés comme un temps d'essai pendant lequel le contrat peut être annulé par la seule volonté de l'une des parties. Dans ce cas, aucune indemnité ne sera allouée à l'une ou l'autre partie, à moins de conventions expresses.

Art. 14. — Le contrat d'apprentissage est résolu de plein droit :

1° Par la mort du maître ou de l'apprenti;

2° Si l'apprenti ou le maître est appelé au service militaire:

3° Si le maître ou l'apprenti vient à être frappé d'une des condamnations prévues en l'article 6 du présent titre;

4° Pour les filles mineures, dans le cas de divorce du maître, de décès de l'épouse du maître, ou de toute autre femme de la famille qui dirigeait la maison à l'époque du contrat.

Art. 15. — Le contrat peut être résolu sur la demande des parties ou de l'une d'elles :

1° Dans le cas où l'une des parties manquerait aux stipulations du contrat;

2° Pour cause d'infraction grave ou habituelle aux prescriptions du présent titre et des autres lois réglant les conditions du travail des apprentis;

3° Dans le cas d'inconduite habituelle de la part de l'apprenti;

4° Si le maître transporte sa résidence dans une autre commune que celle qu'il habitait lors de la convention ;

Néanmoins, la demande en résolution du contrat fondée sur ce motif n'est recevable que pendant trois mois à compter du jour où le maître aura changé de résidence;

5° Si le maître ou l'apprenti encourait une condamnation emportant un emprisonnement de plus d'un mois;

6° Dans le cas où l'apprenti viendrait à contracter mariage.

Art. 16. — Si le temps convenu pour la durée de l'apprentissage dépasse le maximum de la durée consacrée par les usages locaux, ce temps peut être réduit ou le contrat résolu.

Chapitre V. — De la compétence.

Art. 17. — Les réclamations qui pourraient être dirigées contre les tiers en vertu de l'article 12 du présent titre seront portées devant le conseil des prud'hommes ou devant le juge de paix du lieu de leur domicile.

Art. 18. — Dans les divers cas de résolution prévus au Chapitre IV, les indemnités ou les restitutions qui pourraient être dues à l'une ou à l'autre des parties, seront, à défaut de stipulations expresses, réglées par le conseil des prud'hommes ou par le juge de paix dans les cantons qui ne ressortissent point à la juridiction d'un conseil de prud'hommes.

TITRE II.

DU CONTRAT DE TRAVAIL.

Chapitre premier. — Dispositions générales.

Art. 19. — Le contrat de travail est soumis aux règles du droit commun et peut être constaté dans les formes qu'il convient aux parties contractantes d'adopter.

Le contrat de travail entre les chefs ou directeurs des établissements industriels ou commerciaux, des exploitations agricoles ou forestières et leurs ouvriers, est exempt de timbre et d'enregistrement.

Chapitre II. — Du louage de service.

Section I. — Conditions de validité et effets de louage de services.

§ 1. — *Règles générales.*

Art. 20. — On ne peut engager ses services qu'à temps ou pour une entreprise déterminée.

Art. 21. — La durée du louage de services est, sauf preuve d'une convention contraire, réglée suivant l'usage des lieux.

Art. 22. — L'engagement d'un ouvrier ne peut excéder un an, à moins qu'il ne soit contremaître, conducteur des autres ouvriers, ou qu'il n'ait un traitement et des conditions stipulées par un acte exprès.

Art. 23. — Le louage de services, fait sans détermination de durée, peut toujours cesser par la volonté d'une des parties contractantes.

Néanmoins, la résiliation du contrat par la volonté d'un seul des contractants peut donner lieu à des dommages-intérêts.

Pour la fixation de l'indemnité à allouer, le cas échéant, il est tenu compte des usages, de la nature des services engagés, du temps écoulé, des retenues opérées et des versements effectués en vue d'une pension de retraite, et, en général, de toutes les circonstances qui peuvent justifier l'existence et déterminer l'étendue du préjudice causé.

Les parties ne peuvent renoncer à l'avance au droit éventuel de demander des dommages-intérêts en vertu des dispositions ci-dessus.

Les contestations auxquelles pourra donner lieu l'application des paragraphes précédents, lorsqu'elles seront portées devant

les tribunaux civils et devant les cours d'appel, seront instruites comme affaires sommaires et jugées d'urgence.

Art. 24. — Toute personne qui engage ses services peut, à l'expiration du contrat, exiger de celui à qui elle les a loués, sous peine de dommages-intérêts, un certificat contenant exclusivement la date de son entrée, celle de sa sortie et l'espèce de travail auquel elle a été employée.

Ce certificat est exempt de timbre et d'enregistrement.

§ 2 — *Règles particulières aux réservistes et aux territoriaux appelés à faire une période d'instruction militaire.*

Art. 25. — En matière de louage de services, si un patron, un employé ou un ouvrier est appelé sous les drapeaux comme réserviste ou territorial pour une période obligatoire d'instruction militaire, le contrat de travail ne peut être rompu à cause de ce fait.

Art. 26. — Alors même que, pour une autre cause légitime, le contrat serait dénoncé par l'une des parties, la durée de la période militaire est exclue des délais impartis par l'usage pour la validité de la dénonciation, sauf, toutefois, dans le cas où le contrat de louage a pour objet une entreprise temporaire prenant fin pendant la période d'instruction militaire.

Art. 27. — En cas de violation des articles précédents par l'une des parties, la partie lésée a droit à des dommages-intérêts qui seront arbitrés par le juge conformément aux indications de l'article 23 du présent livre.

Art. 28. — Toute stipulation contraire aux dispositions qui précèdent est nulle de plein droit.

§ 3. — *Règles particulières aux femmes en couches.*

Art. 28 *bis*. — La suspension du travail par la femme pendant huit semaines consécutives, dans la période qui précède et suit l'accouchement, ne peut être une cause de rupture, par l'employeur, du contrat de louage de services, et ce, à peine de dommages-intérêts au profit de la femme. Celle-ci devra avertir l'employeur du motif de son absence.

Toute convention contraire est nulle de plein droit.

L'assistance judiciaire sera de droit pour la femme devant la juridiction du premier degré.

Section II. — De l'engagement et des loyers des matelots et gens de l'équipage.

Art. 29. — Les règles particulières à l'engagement et aux loyers des matelots et gens de l'équipage sont contenues dans les articles 250 et suivants du Code de Commerce et les lois spéciales.

CHAPITRE III. — DU LOUAGE D'INDUSTRIE OU MARCHÉ D'OUVRAGE.

Art. 30. — Les règles particulières au louage d'industrie ou marché d'ouvrage sont contenues dans les articles 1787 et suivants du Code civil.

CHAPITRE IV. — DU MARCHANDAGE.

Art. 31. — L'exploitation des ouvriers par des sous-entrepreneurs ou marchandage est interdite.

Les associations d'ouvriers qui n'ont point pour objet l'exploitation des ouvriers les uns par les autres ne sont point considérées comme marchandage.

TITRE III.

DU SALAIRE.

CHAPITRE PREMIER. — DE LA DÉTERMINATION DU SALAIRE.

Section I. — Des moyens de constater les conventions relatives aux salaires en matière de tissage, de bobinage, de coupe du velours de coton, de teinture, blanchiment et apprêts des étoffes.

§ 1. — *Tissage et bobinage.*

Art. 32. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre des fils pour être tissés est tenu d'inscrire, au moment de la livraison, sur un livret spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains :

1° Le poids et la longueur de la chaîne;

2° Le poids de la trame et le nombre de fils de trame à introduire par unité de surface de tissu;

3° La longueur et la largeur de la pièce à fabriquer;

4° Le prix de façon, soit au mètre de tissu fabriqué, soit au mètre de longueur ou au kilogramme de la trame introduite dans le tissu.

Art. 33. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre des fils pour être bobinés est tenu d'inscrire sur un livret spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains :

1° Le poids brut et le poids net de la matière à travailler;

2° Le numéro du fil;

3° Le prix de façon, soit au kilogramme de matière travaillée, soit au mètre de longueur de cette même matière.

Art. 34. — Le prix de façon sera indiqué en monnaie légale sur le livret par le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire.

Toute convention contraire sera mentionnée par lui sur le livret.

Art. 35. — L'ouvrage exécuté sera remis au fabricant, commissionnaire ou intermédiaire, de qui l'ouvrier a directement reçu la matière première.

Le compte de façon sera arrêté au moment de cette remise.

Toute convention contraire aux deux paragraphes précédents sera mentionnée sur le livret par le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire.

Art. 36. — Le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire, inscrira sur un registre d'ordre toutes les mentions portées au livret spécial de l'ouvrier.

Art. 37. — Le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire, tiendra constamment exposés aux regards, dans le lieu où se règlent habituellement les comptes entre lui et l'ouvrier :

1° Les instruments nécessaires à la vérification des poids et mesures;

2° Un exemple des dispositions des articles 32 à 38, 93 et 94 du présent livre en forme de placard.

Art. 38. — A l'égard des industries spéciales auxquelles serait inapplicable la fixation du prix de façon, soit au mètre de tissu fabriqué, soit au mètre de longueur de la trame introduite dans le tissu, ou bien soit au kilogramme de matière travaillée, soit au mètre de longueur de cette même matière, le pouvoir exécutif peut déterminer un autre mode par des arrêtés en forme de règlement d'administration publique, après avoir pris l'avis des chambres de commerce, des chambres consultatives et des conseils de prud'hommes, et, à leur défaut, des conseils de préfecture.

Il peut, pareillement, par des arrêtés rendus en la même forme, étendre les dispositions de la présente section et des articles 93 et 94 aux industries qui se rattachent au tissage et au bobinage.

En l'un et l'autre cas, ces arrêtés seront soumis à la sanction législative dans les trois ans qui suivront leur promulgation.

§ 2. — *Coupe du velours de coton, teinture, blanchiment et apprêts des étoffes.*

Art. 39. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre à un ouvrier une pièce de velours de coton pour être coupée est tenu d'inscrire, au moment de la livraison, sur un livre spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains;

1° Les longueur, largeur et poids de la pièce à couper;

2° Le prix de façon au mètre de longueur.

Art. 40. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre à un ouvrier une pièce d'étoffe pour être teinte, blanchie ou apprêtée est tenu d'inscrire, au moment de la livraison, sur un livre spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains :

1° Les longueur, largeur et poids de la pièce à teindre, blanchir ou apprêter;

2° Le prix de façon, soit au mètre de longueur de la pièce, soit au kilogramme de son poids.

Art. 41. — Les articles 34, 35, 36, 37, 93 et 94 du présent livre sont applicables à la coupe du velours de coton, ainsi qu'à la teinture, au blanchiment et à l'apprêt des étoffes.

CHAPITRE II. — DU PAYEMENT DES SALAIRES.

Section I. — Mode de payement des salaires.

Art. 41 *bis*. — Les salaires des ouvriers et employés doivent être payés en monnaie métallique ou fiduciaire ayant cours légal, nonobstant toute stipulation contraire, à peine de nullité.

Art. 41 *ter*. — Les salaires des ouvriers du commerce et de l'industrie doivent être payés au moins deux fois par mois, à 16 jours au plus d'intervalle; ceux des employés doivent être payés au moins une fois par mois.

Pour tout travail aux pièces dont l'exécution doit durer plus d'une quinzaine, les dates de payement peuvent être fixées de gré à gré; mais l'ouvrier doit recevoir des acomptes chaque quinzaine et être intégralement payé dans la quinzaine qui suit la livraison de l'ouvrage.

Art. 41 *quater*. — Le payement ne peut être effectué un jour où l'ouvrier ou l'employé a droit au repos, soit en vertu de la loi, soit en vertu de la convention. Il ne peut avoir lieu dans les débits de boissons, ou magasins de vente, sauf pour les personnes qui y sont occupées.

Section II. — Des privilèges et garanties de la créance de salaire.

Art. 42. — Les sommes dues aux entrepreneurs de tous les travaux ayant le caractère de travaux publics ne peuvent être frappées de saisie-arrêt ni d'opposition au préjudice, soit des ouvriers auxquels des salaires sont dus, soit des fournisseurs qui sont créanciers à raison de fournitures de matériaux et d'autres objets servant à la construction des ouvrages.

Les sommes dues aux ouvriers pour salaires sont payées de préférence à celles dues aux fournisseurs.

Art. 43. — La créance de salaire des gens de service des ouvriers et commis est privilégiée sur les meubles et immeubles du débiteur, dans les conditions prévues :

1° Pour les gens de service, par l'article 2101, 4°, du Code civil;

2° Pour les ouvriers et commis, par l'article 549 du Code de Commerce.

Peuvent, en outre, faire valoir une action directe ou des privilèges spéciaux :

1° Les maçons, charpentiers et autres ouvriers employés pour édifier, reconstruire ou réparer des bâtiments, canaux ou autres ouvrages quelconques, dans les conditions prévues par l'article 1798 du Code civil;

2° Les ouvriers qui ont travaillé soit à la récolte, soit à la fabrication ou à la réparation des ustensiles agricoles, soit à la conservation de la chose, dans les conditions prévues par l'article 2102, 1° et 3°, du Code civil;

3° Les matelots ou gens de l'équipage, dans les conditions prévues par les articles 191 et suivants, 271 et 272 du Code de Commerce;

4° Les ouvriers employés à la construction, à la réparation, à l'armement et à l'équipement du navire dans les conditions prévues par l'article 191 du Code de Commerce.

Art. 44. — L'ouvrier détenteur de l'objet par lui ouvré peut exercer le droit de rétention dans les conditions prévues par l'article 570 du Code civil.

Les objets mobiliers confiés à un ouvrier pour être travaillés, façonnés, réparés ou nettoyés et qui n'auront pas été retirés dans le délai de deux ans pourront être vendus dans les conditions et formes déterminées par la loi du 31 décembre 1903, modifiée par celle du 7 mars 1905.

Section III. — De la prescription de l'action en payement du salaire.

Art. 45. — La prescription de l'action en payement du salaire est réglée par les articles 2271, 2272, 2274 et 2275 du Code civil, et 433 du Code de Commerce.

CHAPITRE III. — DES RETENUES SUR LE SALAIRE.

Section I. — Règles générales.

Art. 46. — Aucune compensation ne s'opère au profit des patrons entre le montant des salaires dus par eux à leurs ouvriers et les sommes qui leur seraient dues à eux-mêmes pour fournitures diverses, quelle qu'en soit la nature, à l'exception toutefois :

1° Des outils et instruments nécessaires au travail;

2° Des matières ou matériaux dont l'ouvrier a la charge et l'usage;

3° Des sommes avancées pour l'acquisition de ces mêmes objets.

Art. 47. — Tout patron qui fait une avance en espèces, en dehors du cas prévu par le paragraphe 3 de l'article précédent, ne peut se rembourser qu'au moyen de retenues successives ne dépassant pas le dixième du montant des salaires exigibles.

La retenue opérée de ce chef ne se confond ni avec la partie saisissable, ni avec la partie cessible déterminée à l'article 58.

Les acomptes sur un travail en cours ne sont pas considérés comme avances.

Les appointements visés à l'article 57 du présent livre sont, pour l'application des règles contenues dans le présent article et dans l'article 46, assimilés aux salaires des ouvriers.

Section II. — Des règlements de comptes entre les maitres d'ateliers et les négociants.

Art. 48. — Tous les chefs d'ateliers sont tenus de se pourvoir au conseil de prud'hommes d'un double livre d'acquit pour chacun des métiers qu'ils font travailler, dans la huitaine du jour où chacun de ces métiers commence à travailler.

Sur ce livre d'acquit, paraphé et numéroté, et qui ne peut leur être refusé lors même qu'ils n'ont qu'un métier, sont inscrits les nom, prénoms et domicile du chef d'atelier.

Art. 49. — Il est tenu au conseil de prud'hommes un registre sur lequel lesdits livres d'acquit sont inscrits; le chef d'atelier signe, s'il le sait, sur le registre et sur le livre d'acquit qui lui est délivré.

Art. 50. — Le chef d'atelier déposera le livre d'acquit du métier qu'il destine au négociant manufacturier entre ses mains, et peut, s'il le désire, en exiger un récépissé.

Art. 51. — Lorsqu'un chef d'atelier cesse de travailler pour un négociant, il est tenu de faire noter sur le livre d'acquit par ledit négociant que le chef d'atelier a soldé son compte, ou dans le cas contraire, la déclaration du négociant spécifiera la dette dudit chef d'atelier.

Art. 52. — Le négociant possesseur du livre d'acquit le fera viser aux autres négociants occupant des métiers dans le même atelier, qui énonceront la somme due par le chef d'atelier dans le cas où il est leur débiteur.

Art. 53. — Lorsque le chef d'atelier reste débiteur du négociant manufacturier pour lequel il a cessé de travailler, celui qui veut lui donner de l'ouvrage fera la promesse de retenir la huitième partie du prix des façons dudit ouvrage en faveur du négociant dont la créance est la plus ancienne sur ledit registre, et ainsi successivement dans le cas où le chef d'atelier a cessé de travailler pour ledit négociant, du consentement de ce dernier ou pour cause légitime; dans le cas contraire, le négociant manufacturier qui veut occuper le chef d'atelier est tenu de solder celui qui est resté créancier en compte de matières, nonobstant toute dette antérieure, et le compte d'argent jusqu'à 500 fr.

Art. 54. — La date des dettes que les chefs d'atelier ont contractées avec les négociants qui les ont occupés est regardée comme certaine vis-à-vis des négociants et maitres d'atelier seulement, et, à l'effet des dispositions portées à la présente section après l'apurement des comptes, l'inscription de la déclaration sur le livre d'acquit et le visa du bureau des prud'hommes.

Art. 55. — Lorsqu'un négociant manufacturier a donné de l'ouvrage à un chef d'atelier dépourvu du livre d'acquit pour le métier que le négociant veut occuper, il sera condamné à payer comptant

tout ce que ledit chef d'atelier pourrait devoir en compte de matières et en compte d'argent jusqu'à 500 fr.

ART. 56. — Les déclarations ci-dessus prescrites seront portées par le négociant manufacturier sur le livre d'acquit resté entre les mains du chef d'atelier comme sur le sien.

CHAPITRE IV. — DE LA SAISIE-ARRÊT ET DE LA CESSION DES SALAIRES ET PETITS TRAITEMENTS.

Section I. — Règles générales.

§ 1. — *Limitation de la saisie-arrêt et de la cession.*

ART. 57. — Les salaires des ouvriers et gens de service ne sont saisissables que jusqu'à concurrence du dixième, quel que soit le montant de ces salaires.

Les appointements ou traitements des employés ou commis et des fonctionnaires ne sont également saisissables que jusqu'à concurrence du dixième lorsqu'ils ne dépassent pas 2000 fr par an.

ART. 58. — Les salaires, appointements et traitements visés par l'article 57 ne peuvent être cédés que jusqu'à concurrence d'un autre dixième.

ART. 59. — Les cessions et saisies faites pour le payement des dettes alimentaires prévues par les articles 203, 205, 206, 207, 214 et 349 du Code civil ne sont pas soumises aux restrictions qui précèdent.

§ 2. — *Procédure de la saisie-arrêt.*

ART. 60. — La saisie-arrêt sur les salaires et les appointements ou traitements ne dépassant pas annuellement 2000 fr dont il s'agit à l'article 57 ne peut être pratiquée, s'il y a titre, que sur le visa du greffier de la justice de paix du domicile du débiteur saisi.

S'il n'y a point de titre, la saisie-arrêt ne peut être pratiquée qu'en vertu de l'autorisation du juge de paix du domicile du débiteur saisi. Toutefois, avant d'accorder l'autorisation, le juge de paix peut, si les parties n'ont déjà été appelées en conciliation, convoquer devant lui par simple avertissement le créancier et le débiteur; s'il intervient un arrangement, il en sera tenu note par le greffier sur un registre spécial exigé par l'article 68 du présent livre.

L'exploit de saisie-arrêt contiendra en tête l'extrait du titre s'il y en a un, ainsi que la copie du visa et, à défaut de titre, copie de l'autorisation du juge.

L'exploit sera signifié au tiers saisi ou à son représentant préposé au payement des salaires ou traitements, dans le lieu où travaille le débiteur saisi.

ART. 61. — L'autorisation accordée par le juge évaluera ou énoncera la somme pour laquelle la saisie-arrêt sera formée.

Le débiteur peut toucher du tiers saisi la portion non saisissable de ses salaires, gages ou appointements.

Une seule saisie-arrêt doit être autorisée par le juge. S'il survient d'autres créanciers, leur déclaration signée et déclarée sincère par eux et contenant toutes les pièces de nature à mettre le juge à même de faire l'évaluation de la créance sera inscrite par le greffier sur le registre exigé par l'article 68. Le greffier se bornera à en donner avis dans les 48 heures au débiteur saisi, et au tiers saisi, par lettre recommandée qui vaudra opposition.

ART. 62. — L'huissier saisissant est tenu de faire parvenir au juge de paix, dans le délai de 8 jours, à dater de la saisie, l'original de l'exploit sous peine d'une amende de 10 fr qui sera prononcée par le juge de paix en audience publique.

ART. 63. — Tout créancier saisissant, le débiteur et le tiers saisi peuvent requérir la convocation des intéressés devant le juge de paix du débiteur saisi par une déclaration consignée sur le registre spécial prévu en l'article 68.

Dans les 48 heures de cette réquisition, le greffier adressera : 1° au saisi; 2° au tiers saisi; 3° à tous autres créanciers opposants, un avertissement recommandé à comparaître devant le juge de paix à l'audience que celui-ci aura fixée.

A cette audience, ou à toute autre fixée par lui, le juge de paix, prononçant sans appel, dans la limite de sa compétence, et à charge d'appel, à quelque valeur que la demande puisse s'élever, statuera sur la validité, lanullité ou la main-levée de la saisie, ainsi que sur la déclaration affirmative que le tiers saisi sera tenu de faire, audience tenante.

Le tiers saisi qui ne comparaîtra pas, ou qui ne fera pas sa déclaration ainsi qu'il est dit ci-dessus, sera déclaré débiteur pur et simple des retenues non opérées et condamné aux frais par lui occasionnés.

ART. 64. — Si le jugement est rendu par défaut, avis de ses dispositions sera transmis par le greffier à la partie défaillante, par lettre recommandée, dans les 5 jours du prononcé.

L'opposition, qui ne sera recevable que dans les 8 jours de la date de la lettre, consistera dans une déclaration à faire au greffe de la justice de paix sur le registre prescrit par l'article 68.

Toutes parties intéressées seront prévenues, par lettre recommandée du greffier, pour la plus prochaine audience utile. Le jugement qui interviendra sera réputé contradictoire. L'appel relevé contre le jugement contradictoire sera formé dans les 10 jours du prononcé du jugement, et, dans le cas où il aurait été rendu par défaut, du jour de l'expiration des délais d'opposition, sans que, dans le cas du jugement contradictoire, il soit besoin de le signifier.

ART. 65. — Après l'expiration des délais de recours, le juge de paix peut surseoir à la convocation des parties intéressées, tant que la somme à distribuer n'atteint pas, d'après la déclaration du tiers saisi, et déduction faite des frais à prélever et des créances privilégiées, un chiffre suffisant pour distribuer aux créanciers connus un dividende de 20 pour 100 au moins. S'il y a somme suffisante et si les parties ne se sont pas amiablement entendues pour la répartition, le juge procédera à la distribution entre les ayants droit. Il établira son état de répartition sur le registre prescrit par l'article 68. Une copie de cet état signée du juge et du greffier, indiquant le montant des frais à prélever, le montant des créances privilégiées, s'il en existe, et le montant des sommes attribuées dans la répartition à chaque ayant droit, sera transmise par le greffier, par lettre recommandée, au débiteur saisi et à chaque créancier colloqué.

Ces derniers ont une action directe contre le tiers saisi, en payement de leur collocation. Les ayants droit aux frais et aux collocations utiles donneront quittance en marge de l'état de répartition remis au tiers saisi qui se trouvera libéré d'autant.

ART. 66. — Les effets de la saisie-arrêt, les oppositions consignées par le greffier sur le registre spécial, subsisteront jusqu'à complète libération du débiteur.

ART. 67. — Les frais de saisie-arrêt et de distribution sont à la charge du débiteur saisi. Ils seront prélevés sur la somme à distribuer.

Tous frais de contestation jugée mal fondée seront mis à la charge de la partie qui aura succombé.

ART. 68. — Pour l'exécution des dispositions de la présente section, il sera tenu au greffe de chaque justice de paix un registre sur papier non timbré, qui sera coté et paraphé par le juge de paix et sur lequel seront inscrits :

1° Les visas ou ordonnances autorisant la saisie-arrêt;

2° Le dépôt de l'exploit;

3° La réquisition de la convocation des parties;

4° Les arrangements intervenus;

5° Les interventions des autres créanciers;

6° La déclaration faite par le tiers saisi;

7° La mention des avertissements ou lettres recommandées transmises aux parties;

8° Les décisions du juge de paix;

9° La répartition établie entre les ayants droit.

ART. 69. — Tous les actes, décisions et formalités auxquels donnent lieu l'exécution des articles 46 et 47 du présent livre et des dispositions de la présente section sont, quelle qu'en soit la nature, rédigés sur papier non timbré, et enregistrés gratis.

Un décret détermine les émoluments à allouer aux greffiers pour l'envoi des lettres recommandées et pour dressé de tous extraits et copies d'états de répartition.

Section II. — Règles particulières aux salaires des marins.

Art. 70. — Les salaires des marins sont incessibles et insaisissables, sauf les exceptions prévues par la législation spéciale en vigueur.

CHAPITRE V. — DES ÉCONOMATS.

Art. 70 *bis*. — Il est interdit à tout employeur : 1° d'annexer à son établissement un économat où il vende, directement ou indirectement, à ses ouvriers et employés ou à leurs familles, des denrées et marchandises de quelque nature que ce soit; 2° d'imposer à ses ouvriers et employés l'obligation de dépenser leur salaire, en totalité ou en partie, dans des magasins indiqués par lui.

Cette interdiction ne s'étend pas au contrat de travail, si ce contrat stipule que l'ouvrier sera logé et nourri et recevra, en outre, un salaire déterminé en argent, ou si, pour l'exécution de ce contrat, l'employeur cède à l'ouvrier des fournitures à prix coûtant.

Art. 70 *ter*. — Tout économat doit être supprimé dans un délai de deux ans à dater du 25 mars 1910.

Art. 70 *quater*. — Les économats des réseaux de chemins de fer, qui sont placés sous le contrôle de l'État, ne sont pas régis par les dispositions des articles 70 *bis* et 70 *ter*, sous la triple réserve : 1° que le personnel ne soit pas obligé de se fournir à l'économat; 2° que la vente des denrées et marchandises ne rapporte à l'employeur aucun bénéfice; 3° que l'économat soit géré sous le contrôle d'une commission composée pour un tiers au moins de délégués élus par les ouvriers et employés du réseau.

Toutefois, le Ministre des Travaux publics fera, cinq ans après le 25 mars 1910, procéder dans les formes fixées par arrêté ministériel, à une consultation du personnel sur la suppression ou le maintien de l'économat de chaque réseau. Ce referendum sera renouvelé à l'expiration de chaque période de cinq ans.

Les mêmes règles s'appliqueront aux économats annexés aux établissements industriels dépendant de sociétés dans lesquelles le capital appartient en majorité aux ouvriers et employés, retraités ou non de l'entreprise et dont les assemblées générales seront statutairement composées en majorité des mêmes éléments.

CHAPITRE VI. — DU SALAIRE DE LA FEMME MARIÉE.

Art. 71. — Les droits de la femme mariée sur les produits de son travail personnel et les économies en provenant sont déterminées par la loi du 13 juillet 1907 relative au libre salaire de la femme mariée et à la contribution des époux aux charges du mariage.

TITRE IV.

DU PLACEMENT DES TRAVAILLEURS.

CHAPITRE I. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 72. — L'autorité municipale surveille les bureaux de placement pour y assurer le maintien de l'ordre, les prescriptions de l'hygiène et la loyauté de la gestion. Elle prend les arrêtés nécessaires à cet effet.

Art. 73. — Les pouvoirs conférés par le présent titre à l'autorité municipale seront exercées par le préfet de police pour Paris et le ressort de sa préfecture, et par le préfet du Rhône pour Lyon et les autres communes dans lesquelles il remplit les fonctions qui lui sont attribuées par la loi du 24 juin 1851.

Art. 74. — Aucun hôtelier, logeur, restaurateur ou débitant de boissons ne peut joindre à son établissement la tenue d'un bureau de placement.

Art. 75. — Les bureaux de nourrices ne sont pas soumis aux prescriptions du présent titre.

Les bureaux de nourrices restent soumis aux dispositions de la loi du 23 décembre 1874, relative à la protection des enfants du premier âge.

CHAPITRE II. — DU PLACEMENT GRATUIT.

Art. 76. — Les bureaux de placement gratuit créés par les municipalités, par les syndicats professionnels ouvriers, patronaux ou mixtes, les bourses du travail, les compagnonnages, les sociétés de secours mutuels et toutes autres associations légalement constituées, ne sont soumis à aucune autorisation.

Art. 77. — Les bureaux de placement énumérés à l'article précédent, sauf ceux qui sont créés par les municipalités, sont astreints au dépôt d'une déclaration préalable effectuée à la mairie de la commune où ils sont établis. La déclaration devra être renouvelée à tout changement de local du bureau.

Art. 78. — Dans chaque commune, un registre constatant les offres et demandes de travail et d'emplois devra être ouvert à la mairie et mis gratuitement à la disposition du public. A ce registre sera joint un répertoire où seront placées les notices individuelles que les demandeurs de travail, pourront librement joindre à leur demande. Les communes comptant plus de 10 000 habitants seront tenues de créer un bureau municipal.

Art. 79. — Sont exemptées du droit de timbre les affiches, imprimées ou non, concernant exclusivement les offres et demandes de travail et d'emplois, et apposées par les bureaux de placement gratuit énumérés dans l'article 76.

Art. 80. — Il est interdit à tout gérant ou employé de bureau de placement gratuit de percevoir une rétribution quelconque à l'occasion du placement d'un ouvrier ou employé.

CHAPITRE III. — DES BUREAUX DE PLACEMENT PAYANTS.

Section I. — De l'autorisation des bureaux.

Art. 81. — Nul ne peut tenir un bureau de placement, sous quelque titre et pour quelques professions, places ou emplois que ce soit, sans une permission spéciale délivrée par l'autorité municipale et qui ne peut être accordée qu'à des personnes d'une moralité reconnue.

Art. 82. — La demande à fin de permission doit contenir les conditions auxquelles le requérant se propose d'exercer son industrie.

Il est tenu de se conformer à ces conditions et aux dispositions réglementaires qui seraient prises en vertu de l'article 72 et de l'article 93 du présent titre.

Art. 83. — L'autorité municipale règle le tarif des droits qui peuvent être perçus par le gérant.

Art. 84. — Les frais de placement touchés dans les bureaux maintenus à titre payant sont entièrement supportés par les employeurs sans qu'aucune rétribution puisse être reçue des employés.

Art. 85. — L'autorité municipale peut retirer la permission :

1° Aux individus qui auraient encouru ou viendraient à encourir une des condamnations prévues par l'article 15, paragraphes 1, 3, 4, 5, 6, 14 et 15, et par l'article 16 du décret du 2 février 1852;

2° A ceux qui seraient condamnés à l'emprisonnement pour contravention aux dispositions du présent titre ou aux arrêtés pris en vertu des articles 72 et 83.

Art. 86. — Les retraits de permission et les règlements émanés de l'autorité municipale, en vertu des articles 83 et 85, ne sont exécutoires qu'après l'approbation du préfet.

Section II. — De la suppression des bureaux.

Art. 87. — Un arrêté pris à la suite d'une délibération du conseil municipal peut rapporter les autorisations données en vertu de la section précédente.

Le bureau devenu vacant par le décès du titulaire, ou pour toute autre cause, avant l'arrêté de suppression, pourra être transmis ou cédé.

Art. 88. — Les bureaux faisant le placement pour une même profession déterminée devront être supprimés tous à la fois par un même arrêté municipal.

Art. 89. — Les bureaux, créés en vertu d'une autorisation pos-



térieure au 17 mars 1904, n'ont droit, en cas de suppression, à aucune indemnité.

Art. 90. — Les bureaux autorisés au 17 mars 1904 ne peuvent être supprimés que moyennant une juste indemnité représentant le prix de vente de l'office, indemnité qui, à défaut d'entente, sera fixée par le Conseil de préfecture.

En cas de décès du titulaire, avant l'arrêté de suppression, l'indemnité sera due aux ayants droit et leur sera payée lorsque l'arrêté aura été pris.

Les indemnités aux tenanciers des bureaux de placement seront à la charge des communes seules.

Art. 91. — Les dispositions de la présente section et des articles 74 et 84 ne sont pas applicables aux agences lyriques, agences pour cirques et music-halls.

TITRE V.

DES PÉNALITÉS.

Art. 92. — Toute contravention aux articles 4, 5, 6 et 9 du présent livre sera poursuivie devant le tribunal de police et punie d'une amende de 5 fr à 15 fr.

Pour les contraventions aux articles 4, 5 et 9 du présent livre, le tribunal de police pourra, dans le cas de récidive, prononcer, outre l'amende, un emprisonnement de 1 à 5 jours.

En cas de récidive, la contravention à l'article 6 sera poursuivie devant les tribunaux correctionnels et punie d'un emprisonnement de 15 jours à 3 mois, sans préjudice d'une amende qui pourra s'élever de 50 fr à 300 fr.

Art. 93. — Seront punies d'une amende de 11 fr à 15 fr :

1° Les contraventions aux articles 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40 et 41 du présent livre;

2° Les contraventions à la disposition finale de l'article 35 et aux arrêtés pris en exécution de l'article 38.

Il sera prononcé autant d'amendes qu'il aura été commis de contraventions distinctes.

Art. 94. — Si dans les 12 mois qui ont précédé la contravention le contrevenant a encouru une condamnation par l'application de l'article précédent, le tribunal peut ordonner l'insertion du nouveau jugement dans un journal de la localité, aux frais du condamné.

Art. 95. — Toute infraction, soit aux règlements, faits en vertu des articles 72 et 83, soit aux prescriptions des articles 74, 80, 81 et 82 (§ 2), 84, sera punie d'une amende de 16 à 100 fr et d'un emprisonnement de 6 jours à 1 mois ou de l'une de ces peines seulement.

Le maximum des deux peines sera toujours appliqué au délinquant lorsqu'il aura été prononcé contre lui, dans les 12 mois précédents, une première condamnation pour infraction aux articles 74, 80, 81, 82 (§ 2), 84 et aux règlements pris en vertu de l'article 83.

Tout tenancier, gérant, employé d'un bureau clandestin, sera puni des peines portées au présent article.

Ces peines sont indépendantes des restitutions et des dommages-intérêts auxquels pourront donner lieu les faits incriminés.

Art. 96. — Toute exploitation de l'ouvrier par voie de marchandage sera punie d'une amende de 50 fr à 100 fr pour la première fois, de 100 fr à 200 fr en cas de récidive, et, s'il y avait double récidive, d'un emprisonnement qui pourrait aller de 1 à 6 mois.

Le produit des amendes sera destiné à secourir les invalides du travail.

Art. 96 *bis*. — Sans préjudice de la responsabilité civile, toute contravention aux prescriptions des articles 41 *bis*, 41 *ter*, 41 *quater* du présent livre sera poursuivie devant le tribunal de simple police et punie d'une amende de 5 fr à 15 fr.

Art. 96 *ter*. — Toute infraction aux articles 70 *bis*, 70 *ter*, 70 *quater* sera passible d'une amende de 50 fr à 2000 fr qui pourra être portée à 5000 fr en cas de récidive.

Art. 97. — L'article 463 du Code pénal est applicable aux infractions prévues aux articles 92, 95, 96 *bis* et 96 *ter*.

La loi du 26 mars 1891 est applicable aux infractions prévues aux articles 95 et 96 *ter*.

Art. 98. — Les inspecteurs du travail sont chargés, concurremment avec les officiers de police judiciaire, d'assurer l'exécution des articles 70 *bis*, 70 *ter*, 70 *quater*, et, en ce qui concerne le commerce et l'industrie, des articles 41 *bis*, 41 *ter*, 41 *quater* du présent livre.

Les contraventions auxdits articles sont constatées dans les conditions indiquées par l'article 20 de la loi du 2 novembre 1892.

(*Journal officiel* du 30 décembre 1910.)

Arrêté nommant des membres de la Commission des distributions d'énergie électrique.

Aux termes d'un arrêté du 29 décembre 1910, sont nommés membres de la Commission des distributions d'énergie électrique, pour les années 1911 et 1912 :

MM.

Jullien, inspecteur général des Ponts et Chaussées, président.

Doerr, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Chabert, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Resal, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Luneau, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Marion, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Bouvaist, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Ribière, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

De Volontat, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Walckenaer, ingénieur en chef des Mines.

Lienard, ingénieur en chef des Mines.

Zacon, inspecteur départemental du travail.

Berthelot (André), administrateur délégué de la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris.

Cordier, directeur général de la Société Énergie électrique du littoral méditerranéen.

Brylinski, sous-directeur de la Société du Triphasé.

Raclet, administrateur délégué de la Société lyonnaise des forces motrices du Rhône.

Seront attachés à la Commission des distributions d'énergie électrique, pendant les années 1911 et 1912, pour remplir les fonctions ci-après désignées :

Secrétaire.

M. Monmerqué, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Secrétaires adjoints rapporteurs.

MM.

Blondel, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Ourson, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.

Oppenheim, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.

Le Gavrian, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.

Huet (Robert), ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées.

Girousse, ingénieur des Télégraphes.

(*Journal officiel* du 31 décembre 1910.)

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société anonyme d'éclairage électrique du Secteur de la place Clichy. — Du Rapport présenté par le Conseil d'Administration à l'assemblée générale ordinaire du 26 mai 1910, nous extrayons ce qui suit :

Le nombre de nos polices en service au 31 décembre 1909 était de 14.253 représentant un nombre d'hectowatts de 281.883, alors qu'il était, au 31 décembre 1908, de 12.608 polices et 198.700 kilowatts.



BILAN DU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

Dépenses de premier établissement, amortissements déduits	fr 8.710.021,49
Magasin, existence à l'inventaire	312.133,85
Cautionnements	205.239,50
Caisse, débiteurs, banquiers et divers	1.500.316,82
Maisons de rapport	508.567,10
Valeurs en portefeuille	11.897.141,60
	23.133.420,36

Passif.

Capital	6.000.000
Réserve légale	600.000
Réserve spéciale	1.180.000
Amortissement (Art. 51 des Statuts)	6.000.000
Compte d'attente (acompte reçu sur installations cédées)	5.300.000
Créanciers divers	3.433.420,36
Compte de Profits et Pertes (solde créditeur)	620.000
	23.133.420,36

DÉTAIL DU COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Débit.

Rétroactivité de la retraite	77.400,22
Frais généraux des travaux neufs	98.330,01
Transformation de matériel	81.813,63
Perte subie sur réalisation de matériel	292.317,70
Droits d'usage du matériel cédé	402.439
Solde créditeur	620.000
	1.572.300,56

Crédit.

Bénéfice de l'année 1909	1.572.300,56

INFORMATIONS DIVERSES.

Exposition internationale des Industries et du Travail (Turin, 1911). A l'occasion du 50e anniversaire de la proclamation du royaume d'Italie, la ville de Turin organise une Exposition qui se tiendra d'avril à octobre 1911.

L'Électricité forme le groupe V qui comprend les classes suivantes :

Classe 28 : Génération mécanique et distribution de l'énergie électrique (Machines à produire le courant, Transformateurs du courant, Distribution de l'énergie électrique, Lignes électriques).

Classe 29 : Utilisation mécanique de l'énergie électrique (Moteurs électriques, Applications aux transports, Différentes applications électromécaniques).

Classe 30 : Éclairage électrique (Lampes à courant continu ou alternatif, Installations d'éclairage, Phares de projecteurs, Appareils d'éclairage.

Classe 31 : Télégraphes et téléphones (Appareils télégraphiques, Télégraphie sans fil, Appareils téléphoniques, Téléphone sans fil, Lignes télégraphiques et téléphoniques.

Classe 32 : Électrochimie (piles, accumulateurs, fours électriques, procédés et appareils d'électrolyse).

Classe 33 : Instruments et appareils de mesure de l'énergie électrique.

Classe 34 : Appareils de recherches scientifiques et expérimentales.

Le Comité de la Section française du groupe V est constitué comme il suit :

MM.

MEYER (Ferdinand), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur de la Compagnie Continentale Edison, 38, rue Saint-Georges, *Président*.

ROUX (Gaston), Directeur du Bureau de Contrôle des Installations électriques, 12, rue Hippolyte-Lebas, *Vice-Président*.

BEAUVOIS-DEVAUX (André), Trésorier du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, 78, avenue Henri-Martin, *Trésorier*.

LÉAUTÉ (André), Ingénieur des Mines, Secrétaire général de la Société Industrielle des Téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, *Secrétaire*.

Les présidents des sections de classe sont respectivement :

MM.

ESCHWÈGE, Directeur de la Société d'Éclairage et de Force par l'Électricité.

LEGOUEZ, Administrateur des Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.

ZETTER, Directeur de l'Appareillage électrique Grivolas.

BRYLINSKI, Directeur de la Société « Le Triphasé ».

DE LA VILLE LE ROUX, Directeur de la Société pour le Travail électrique des métaux.

JANET, Directeur du Laboratoire central et de l'École supérieure d'Électricité.

GAIFFE, Constructeur d'appareils de précision.

Les prix décernés par l'Académie des Sciences. — Dans sa séance publique annuelle du 19 décembre, présidée par M. Emile Picard, l'Académie des Sciences a procédé à la distribution des prix qu'elle est chargée de décerner. Parmi les lauréats, nous relevons les noms suivants :

M. BARBILLION, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble et directeur de l'Institut électrotechnique de cette Faculté, le prix Hébert pour ses travaux et ouvrages d'électricité théorique et industrielle.

M. MAGUNNA, le prix Kastner-Boursault pour ses travaux sur la télégraphie ; l'excellence de son système de télégraphie, dérivé du système imaginé par M. Mercadier en 1896, a été reconnu officiellement par l'Administration des Postes et Télégraphes à la suite d'essais effectués en 1909 entre Lyon et Paris.

M. DUFOUR, le prix Hébert pour ses travaux sur la spectroscopie.

MM. FABRY et PÉROT, le prix Wilde, pour l'ensemble de leurs travaux.

M. Bernard BRUNHES, aujourd'hui décédé, le prix Houllevigne, pour l'ensemble de ses travaux.

Téléphonie. — NOUVELLE APPLICATION DES COMMUTATEURS TÉLÉPHONIQUES AUTOMATIQUES. — Suivant l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, une station téléphonique de commutation automatique aurait été ouverte en septembre dernier à Altenburg (Sachsen-Altenburg) ; elle serait installée pour 1000 raccordements d'abonnés, d'après le système de 10 000, et serait la première station de l'Administration impériale allemande dans laquelle la centralisation des batteries des postes d'abonnés aurait été réalisée par l'emploi de présélecteurs. Les batteries des microphones seraient également centralisées. La transition de l'ancien au nouveau système se serait effectuée sans encombre et les abonnés se seraient, au dire de la presse, très vite familiarisés avec ce dernier.

Tome XV. **N° 170. — 27 janvier 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Le dernier numéro de *La Revue électrique* réalisait les innovations que nous annoncions dans notre Chronique du 15 décembre : dorénavant le texte principal sera augmenté d'une moyenne de 8 pages de documents techniques et les pages d'annonces contiendront environ 6 pages de renseignements divers.

Une autre modification dont nous n'avons pas parlé est celle de la date de publication : au lieu de paraître le 15 et le 30 de chaque mois, *La Revue électrique* paraîtra désormais le deuxième et le quatrième vendredi de chaque mois. La raison de cette modification n'a guère besoin d'être indiquée : chacun sait, en effet, que lorsqu'un même travail doit être fait périodiquement, il est beaucoup plus facile de le livrer à jour fixe qu'à date fixe. Nous espérons donc que la régularité de la publication de la *Revue*, déjà très satisfaisante, ne laissera à l'avenir rien à désirer.

⁂

D'après un tableau publié récemment par l'un des ingénieurs spécialistes les plus éminents [1], la puissance des moteurs à gaz de hauts fourneaux ou de fours à coke aujourd'hui installés dans le monde entier dépasse 1 million de chevaux, et encore cette statistique ne comprend-t-elle que les moteurs ayant une puissance individuelle de plus de 1000 chevaux. Si l'on songe que ce n'est qu'en 1894 qu'on eut pour la première fois l'idée d'utiliser les gaz des hauts fourneaux à l'alimentation des moteurs à gaz pauvre, on ne peut que s'émerveiller de la rapidité avec laquelle cette application s'est développée, pour le plus grand bien d'ailleurs de l'industrie électrique, les quatre cinquièmes environ de la puissance globale étant utilisés à la mise en marche des groupes électrogènes. En fait, le développement a été encore plus rapide qu'il n'apparaît, car, si c'est en 1894 qu'on songea à utiliser dans des moteurs à explosion les gaz des hauts fourneaux, ce n'est guère que 10 ans plus tard, en 1904, que furent réalisées les premières applications de quelque importance.

Nos lecteurs ont déjà vu, par la description donnée dans le dernier numéro de l'usine de Vendin-le-Vieil, comment l'**utilisation des gaz des fours à coke** a été réalisée aux mines de Lens. Ils trouveront dans ce numéro (p. 67), d'après une étude de M. Cuvelette, des renseignements sur cette utilisation.

La principale difficulté rencontrée au début de l'emploi de ces gaz dans les moteurs résultait de l'encrassage des soupapes par les goudrons et les poussières entraînées par les gaz. Pour les gaz de hauts fourneaux la même difficulté s'était présentée.

[1] Aimé Witz, *Dernière évolution du moteur à gaz*, p. 11. Un vol. 469 pages. Louis Geisler, éditeur, 1, rue de Médicis, 1910.

Les gaz sortant des hauts fourneaux, en effet, contiennent en suspension une assez grande quantité de poussières et de goudrons. Par une épuration grossière il est facile de les amener à ne plus contenir que 3 g à 4 g de matières en suspension par mètre cube. Mais avec une consommation moyenne de 2,5 m³ par cheval-heure effectif, à cette teneur en poussières correspond un poids de 240 kg de poussières qui, en 24 heures, traversent un moteur de 1000 chevaux. C'est beaucoup trop pour qu'on puisse espérer un fonctionnement satisfaisant des organes de distribution. Il fallait donc une épuration plus complète, et l'expérience ne tarda pas à montrer qu'il était indispensable d'abaisser la teneur en poussières jusqu'à 0,03 g et même 0,02 g par mètre cube si l'on voulait éviter une usure trop rapide de ces organes.

En raison du volume énorme des gaz à épurer, jusqu'à 25000 m³ à l'heure dans beaucoup d'installations, une épuration aussi complète est difficilement réalisable en pratique. Le problème est aujourd'hui résolu, mais sa solution a exigé des tâtonnements qui ont retardé de quelques années l'utilisation intensive des gaz de hauts fourneaux et de fours à coke.

Dans un article récemment publié dans ces colonnes [1], on a pu voir comment cette épuration est réalisée aux Aciéries de Dommeldange où l'on utilise un système imaginé par le directeur de ces importantes usines, M. Emile Bian. Mais ce système, si satisfaisant que soient ses résultats, n'est pas le seul utilisé et, dans une communication faite au dernier Congrès de Métallurgie, de Dusseldorf, M. Curt Grosse, après avoir décrit les divers autres appareils aujourd'hui utilisés d'une manière courante, donnait quelques indications sur plusieurs appareils tout nouveaux.

On trouvera page 72 la description de ces nouveaux **épurateurs de gaz de hauts fourneaux à force centrifuge** d'après un article récent de M. BONNAVAUD. Ainsi qu'on le verra, l'auteur insiste spécialement sur le désintégrateur épurateur Bayer, dont une installation a été réalisée récemment à Friendenshütte, dans la Haute-Silésie. Cet épurateur, dont la licence pour l'Allemagne appartient à la Maison Louis Schwarz et Cie, de Dortmund, présente, d'après l'auteur, plusieurs avantages : faible dépense de puissance motrice et d'eau de lavage, faible encombrement, etc.

***

On sait que la construction des lampes à filaments métalliques de faible intensité lumineuse serait grandement facilitée si la tension sous laquelle elles sont utilisées était plus faible. Il résulterait d'ailleurs de cette diminution de la tension de service plusieurs autres avantages : meilleur rendement et plus longue durée des lampes dont le filament serait moins fragile puisqu'il serait plus gros.

Dans le cas où les lampes doivent être alimentées par du courant alternatif la solution est très simple. Elle l'est moins lorsque le réseau d'alimentation est à courant continu.

Les **réducteurs de tension** de M. L. NEU dont le principe est indiqué page 75 ont été imaginés pour ce dernier cas. Dans l'un des types, un interrupteur rapide placé sur le circuit alimente un transformateur réducteur sur le secondaire duquel est placée la lampe; les inconvénients ordinaires auxquels donne lieu l'étincelle de rupture sont éliminés par l'emploi d'un condensateur branché aux extrémités de l'enroulement primaire, disposition qui permet, en outre, la récupération de l'énergie dépensée pour la charge de ce condensateur. Un modèle de réducteur de ce genre fonctionnait à l'Exposition de Bruxelles. Dans le second type, il n'y a plus de transformateur : un interrupteur commutateur à deux directions charge un condensateur au moyen du réseau, puis le décharge sur la lampe.

***

La protection des réseaux contre les surtensions est toujours une des préoccupations des électriciens. A la dernière séance de la Société internationale des Électriciens, M. Giles, directeur de la Société générale des Condensateurs électriques, de Fribourg, a fait sur ce sujet une communication qui, déjà présentée à la Société des Electriciens de Dresde, par M. Wohlleben, a été analysée récemment ici [1]. A la suite de la publication de cette dernière communication, M. SCHROTTKE a présenté quelques observations sur les fonctionnements des **soupapes et condensateurs électriques,** observations qui sont analysées page 77 et sur lesquelles nous ne pouvons insister aujourd'hui.

***

Continuant la description des belles **installations de l'Énergie électrique du Centre** commencée dans le précédent numéro, M. PAUSERT décrit dans celui-ci (p. 84 à 95) les installations effectuées dans la région de Montluçon.

La source principale d'énergie de ce réseau est l'usine hydraulique de Teillet-Argenty, établie sur

(1) G. SAUVEAU, *L'aciérie électrique de Dommeldange* (*La Revue électrique*, t. XIV, 30 novembre 1910, p. 381).

(1) WOHLLEBEN, *La protection des réseaux alternatifs contre les décharges atmosphériques et les surtensions* (*La Revue électrique*, 30 décembre 1910, t. XIV, p. 447).



le Cher, à 14 km environ en amont de Montluçon. Ainsi qu'on le verra, la création de cette usine répondait à un double but : production d'énergie électrique destinée à alimenter la région et surtout régularisation du cours du Cher par un barrage, le second but étant d'ailleurs primitivement considéré comme le plus important et le plus urgent à réaliser. Cette usine renferme deux groupes électrogènes donnant chacun 1350 kv-A en courants triphasés, 3850 volts et 50 périodes par seconde, qui sont élevés à la tension de 20000 volts pour la distribution de l'énergie.

A cette usine hydraulique est adjointe une usine à vapeur de secours située à Montluçon. Cette dernière ne contient actuellement qu'un seul groupe générateur à turbine Curtis, de 1500 chevaux, mais est prévue pour permettre l'installation de deux autres groupes de même puissance.

Le réseau est encore alimenté par l'usine de la Sioule, de la Compagnie du gaz de Clermont-Ferrand, qui est reliée par une ligne directe à Montluçon. C'est d'ailleurs à Montluçon, dans un poste de transformation attenant à l'usine à vapeur, que sont établis les départs des feeders à haute tension qui alimentent le réseau.

* * *

La question des **unités et étalons électriques** est généralement considérée par les praticiens comme définitivement réglée depuis longtemps. Une note qui nous est communiquée par le Laboratoire central d'Électricité et que nous reproduisons page 98, vient montrer qu'il n'en est rien et que la question est toujours à l'étude dans les laboratoires internationaux des divers pays.

Cette note se rapporte à la valeur de la force électromotrice de l'étalon Weston en fonction du volt d'après les mesures faites au printemps dernier au Bureau of Standards de Washington par les physiciens de ce laboratoire et ceux du Reichanstalt, de Berlin, du National Laboratory de Londres et du Laboratoire central de Paris, spécialement délégués à cet effet (1). D'après cette note, la valeur en volts internationaux de la force électromotrice de l'élément Weston est inférieure (d'environ 1 dix-millième) à celle adoptée provisoirement par la Commission internationale des Unités et Étalons, réunie à Londres en 1908.

En rendant compte des travaux de cette dernière Commission (2), nous avons dit comment elle avait été amenée à confirmer purement et simplement les décisions du Congrès international des Électriciens tenu à Chicago en 1893 en ce qui concerne la définition des étalons internationaux de l'ohm et de l'ampère.

Nous faisions également observer que, l'ohm et l'ampère étant matériellement définis, la définition matérielle du volt en découlait naturellement d'après la loi d'Ohm. Toutefois comme, en pratique, la mesure d'une force électromotrice se déduit facilement par comparaison de celle d'un élément étalon, il est, sinon indispensable, du moins très utile d'avoir une représentation du volt international au moyen d'un de ces éléments étalons. C'est cette considération pratique qui avait amené le Congrès de Chicago à définir le volt international comme étant les $\frac{1000}{1434}$ de la force électromotrice de l'élément Latimer Clark à 15° C. En 1908 la Commission des Unités et Étalons substitua à cet étalon l'étalon Weston qui, d'après les travaux nombreux qui ont été exécutés sur lui depuis 1895, présente plus de sécurité que l'étalon Clark. Mais il convenait de connaître la valeur exacte de la force électromotrice du Weston en fonction du volt défini par l'ohm et l'ampère internationaux. Un Comité scientifique international, composé de 15 membres, nommé par la Commission des Unités et Étalons, fut chargé de ce soin; c'est de ce Comité scientifique qu'il est question dans la note du Laboratoire central.

Ajoutons que la valeur du volt international, déduite des mesures du Bureau of Standards de Washington, ne concorde pas rigoureusement avec celle qui résulte des décisions du Congrès international de Chicago. Les comparaisons faites sur des étalons Weston et des étalons Clark ont montré en effet que le rapport de leurs forces électromotrices n'est pas exactement $\frac{1083}{1434}$ les premiers étant pris à 20°, les seconds à 15°. Comme les pays qui ont fait entrer dans leur législation les unités électriques ont adopté pour leurs définitions celles du Congrès de Chicago, il s'ensuit que le nouveau volt international n'est pas le volt légal dans ces pays. C'est là un inconvénient bien léger qu'une révision des textes législatifs fera disparaître. D'ailleurs, en France, cette révision n'est même pas nécessaire, car par suite d'une omission, heureuse dans les circonstances actuelles, le décret du 25 avril 1896, qui rend légales les unités internationales du Congrès de Chicago, n'a pas indiqué la température à laquelle la force électromotrice de l'élément Latimer Clark doit être mesurée. Il s'ensuit qu'il suffit d'adopter pour la mesure une température convenable autre que 15° pour faire coïncider le volt légal avec le nouveau volt international; d'après la note du Laboratoire central, cette température doit être de 13°,8 C.

J. BLONDIN.

(1) Le délégué du Laboratoire central était M. Laporte.

(2) *La Revue électrique*, t. IX, 30 octobre et 15 novembre 1908, p. 289 et 353.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Deuxième Bulletin bimensuel de 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 7 décembre 1910.

Présents : MM. Guillain, président; Brylinski, Piaton, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Chaussenot et Vautier, secrétaires adjoints fonctionnaires; Beauvois-Devaux, trésorier; Boutan, Eschwège, Godinet, Pinot, Sartiaux, Sciama, Sée.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président; Cotté et Coze.

M. Guillain occupe le fauteuil de la présidence.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Correspondance. — Une circulaire de l'Office national du Commerce extérieur annonce la création prochaine d'un répertoire pour favoriser le développement de l'exportation française. Le Comité de l'Union engage les Syndicats affiliés à répondre favorablement aux demandes de renseignements qui seraient posées dans ce but par l'Office national du Commerce extérieur.

Documents officiels. — Les documents suivants ont été communiqués au Comité : 1° Circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, en date du 9 juillet 1910, concernant les statistiques relatives aux distributions d'énergie électrique. Ces états statistiques ne sont pas encore rendus réglementaires; 2° lettre de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes à M. le Préfet de la Marne, en date du 18 août 1910, laissant les frais de contrôle municipal à la charge des communes en cas de cahier des charges antérieur à la loi du 15 juin 1906; 3° décret du 28 octobre 1910 (*Officiel* du 15 novembre 1910) rendant applicable la convention du 3 juillet 1909 concernant la réparation des dommages résultant des accidents du travail entre la France et la Grande-Bretagne.

Projet de loi sur les forces hydrauliques établies sur les cours d'eau du domaine public. — A la séance du 22 novembre 1910, ce projet de loi a été provisoirement retiré de l'ordre du jour.

Proposition de M. Chautemps sur la législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes. — Connaissance prise des documents relatifs à cette proposition de loi, le Comité décide de demander à être entendu par la Commission du Sénat; il prie le Bureau de faire le nécessaire pour qu'une délégation puisse être reçue à cet effet.

Enquête sur les caisses de retraites ouvrières dans les usines électriques. — A la demande du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz, le Comité prie les Syndicats adhérents de faire une enquête dans les usines électriques. Il en est ainsi ordonné.

Instructions concernant l'établissement des installations intérieures. — M. Zetter, président du Syndicat professionnel des Industries électriques, annonce que le travail est très avancé et que d'ici peu de jours, il sera soumis à la Commission intersyndicale.

Observations sur les règlements de l'Union. — M. le Secrétaire résume les critiques faites par M. Boucherot des « Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques » à la dernière séance de la Société internationale des Électriciens du 9 novembre 1910 (voir *Bulletin* de novembre 1910, p. 645); puis il donne lecture d'une lettre de M. Brylinski, Président du Syndicat professionnel des Usines d'électricité, relativement à cette question.

M. Brylinski, qui a pris une part considérable dans la préparation de ces règlements, indique qu'il a relevé dans les critiques de M. Boucherot, trois points qui présentent un certain intérêt et qu'il y a lieu, si le Comité vient à en décider ainsi, d'apporter de suite au règlement les retouches nécessaires. Ces trois points sont les suivants :

1° A l'article **1**, *b* (courant alternatif), mettre « kilovolts-ampères » au lieu de « kilowatts »;

2° Compléter l'alinéa *b* de l'article **9**, par la phrase suivante commençant par une virgule : « et diminuées ensuite de la différence entre la température ambiante du local où doit fonctionner la machine et la température de 35° C. admise pour les essais »;

3° A l'article **2**, remplacer partout les mots « inducteurs compound » par les mots « enroulements série d'excitation compound ».

Le Comité donne son approbation aux mesures proposées par M. Brylinski.

Pour le surplus des observations et des critiques de M. Boucherot, M. Brylinski donne lecture d'une note qu'il a préparée et qu'il compte lire le soir même à la Société



internationale des Électriciens. Cette note met au point les questions d'une façon précise.

Le Comité de l'Union remercie M. Brylinski du soin avec lequel il a défendu les règlements publiés par l'Union et le prie de vouloir bien déclarer que le Comité de l'Union a adopté entièrement les points de vue exposés par M. Brylinski et a décidé de faire siennes ses observations.

M. Brylinski annonce que MM. Legouez et Brunswick répondront de leur côté à M. Boucherot.

REVUE ÉLECTRIQUE. — Le projet de couverture de *La Revue électrique* est soumis au Comité qui donne son approbation en demandant des modifications d'interligne.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.
Téléphone : 507-59.

DEUXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 10 janvier 1911.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : MM. Bancelin, J.-M. Berne, Brunswick, Chaussenot, Eschwège, Gaudet, Grosselin, Iung, Larnaude, de La Ville Le Roulx, Leclanché, Lecomte, Legouëz, G. Meyer, Minvielle, Routin, Sauvage, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. M. Meyer, Portevin, Saglio, E. Sartiaux, Ch. Tournaire, Vedovelli.

— Le procès-verbal de la séance du 6 décembre, publié dans *La Revue électrique* du 30 décembre, est adopté.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques :

1° A titre d'Établissement adhérent :

Sur la présentation de MM. Zetter et Chaussenot, M. René ANGELLE, Installateur électricien, 64, rue de la Victoire, à Paris, inscrit dans la 6e section professionnelle et représenté par M. Louis VEILLAT.

2° A titre d'adhérent en nom personnel, inscrit dans la 7e section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Zetter et M. Meyer, M. FOCQUÉ (Alfred), Ingénieur au corps des Mines, directeur de la Compagnie française des câbles télégraphiques, administrateur de la Compagnie électrique des tramways de la rive gauche de Paris, 38, avenue de l'Opéra, à Paris.

DÉMISSION. — La Chambre syndicale accepte la démission de M. MATHIEU (Louis), qui a cessé de s'occuper d'électricité.

MODIFICATIONS AUX TABLEAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — M. le Président signale que la Société de matériel téléphonique a réduit le nombre d'ouvriers qu'elle avait précédemment déclaré dans les 3e et 4e sections professionnelles.

Mais, d'autre part, cette Société présente MM. Dumesny, Domange et Planchon qui seront inscrits à la 7e section.

La Chambre ratifie l'admission de MM. Dumesny, Domange et Planchon et la modification du nombre d'ouvriers inscrits aux 3e et 4e sections.

— M. le Président indique que M. Lévêque, ayant quitté la maison Renaud, Lévêque et Tripette, a donné sa démission comme représentant de la 6e section à la Chambre; il reste adhérent au Syndicat à titre personnel à la 7e section.

— M. le Président rappelle que, conformément aux articles 10 des Statuts et 5 du Règlement intérieur, la Chambre syndicale doit dresser les Tableaux des sections professionnelles.

Il dépose sur le bureau lesdits Tableaux qu'il a préparés avec le concours du Secrétaire général.

Il indique à la Chambre syndicale le chiffre global des subventions et le montant des cotisations qui résultent des Tableaux, le nombre des voix attribuées à chacune des sections pour le renouvellement partiel de la Chambre syndicale et, enfin, la répartition nouvelle des 45 sièges de ladite Chambre entre les diverses sections.

Répartition des sièges de la Chambre syndicale entre les sections.

	Répartition ancienne 1910.	Répartition nouvelle 1911.
1re section	10	10
2e —	6	7
3e —	7	7
4e —	6	5
5e —	4	4
6e —	5	5
7e —	7	7
	45	45

La Chambre syndicale approuve les Tableaux tels qu'ils lui sont présentés pour être tenus à la disposition des intéressés du 15 au 31 janvier; elle les examinera à nouveau au cours de sa séance de février pour les arrêter définitivement dans les conditions prescrites par le Règlement intérieur.

Conformément à l'article 11 des Statuts, la Chambre syndicale détermine les conditions dans lesquelles devra se faire le renouvellement partiel de la Chambre syndicale, en tenant compte de la différence entre la représentation ancienne et la représentation nouvelle de certaines sections dans la Chambre syndicale :

Désignation des sections.	Nombre de représentants à la Chambre syndicale.	
	Sortants.	A élire.
1re section	3	3
2e —	2	3
3e —	2	2
4e —	2	1
5e —	1	1
6e —	2	2
7e —	3	3
	15	15

Enfin, la Chambre syndicale charge le Bureau de procéder au tirage au sort qui doit déterminer l'ordre de sortie entre les représentants de chaque section.

Remerciements. — M. le Président communique une lettre de M. Frager remerciant la Chambre pour sa réélection comme représentant du Syndicat auprès du Comité électrotechnique français.

Projet d'exposition universelle a Paris en 1920. — M. le Président communique une lettre de M. Javaux, délégué du Syndicat à l'Union des Industries métallurgiques et minières, nous transmettant une demande de l'Union sur l'opportunité d'une Exposition universelle en 1920; il indique que cette demande nous a été adressée également directement par le Président de l'Union.

La Chambre, après échange d'observations, repousse, à la presque unanimité, tout projet d'exposition à Paris, estimant que les résultats des expositions françaises ont suffisamment démontré qu'il n'y avait aucun avantage et qu'il en résultait plutôt des inconvénients pour les affaires de notre industrie.

Correspondance. — La Chambre syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— La Chambre, après avoir pris connaissance d'une nouvelle lettre d'un adhérent demandant la création de cartes pour les membres du Syndicat, confirme l'avis précédemment donné, la création d'une telle carte ne lui paraissant pas utile actuellement.

— Lettre du Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France relative aux cours gratuits d'enseignement professionnel, technique et industriel qu'il a organisés.

Des remercîments seront adressés, et, en même temps, avis lui sera donné de la création prochaine de nos cours d'apprentis.

— Circulaire de la Fédération nationale du Bâtiment et des Travaux publics demandant notre adhésion.

La Chambre renvoie la question à l'examen du Président de la 6e section professionnelle.

— Après examen de plusieurs demandes de souscription et d'abonnements, la Chambre, estimant qu'il est nécessaire de réserver les fonds disponibles pour les œuvres ayant un intérêt direct avec notre industrie, décide de supprimer les participations qui ne répondent pas à ce but.

— Lettre du Sous-Secrétaire d'Etat à la Marine chargeant M. l'ingénieur de 1re classe Bommelaer de réunir tous les renseignements sur le matériel électrique en vue de l'établissement des conditions à fixer pour les besoins de la Marine.

M. le Président indique qu'une lettre de remercîments a été adressée à M. le Sous-Secrétaire d'Etat et, comme cette demande s'est produite à la suite d'un entretien de M. Brunswick avec M. Bommelaer, il propose de charger M. Brunswick de recueillir auprès de cet ingénieur les indications utiles.

Elles seront ensuite transmises aux sections compétentes qui prépareront les renseignements à remettre à la Marine.

La Chambre approuve cette proposition et remercie M. Brunswick de son initiative dans cette affaire.

Délégation pour la gestion des fonds du bureau de contrôle. — M. le Président indique que les trois délégués des souscripteurs des fonds précédemment employés au Bureau de Contrôle et actuellement disponibles, se sont réunis le 16 décembre dernier et qu'il assistait à cette réunion.

Après formation du Bureau, la Commission a examiné la question d'emploi des intérêts de ces fonds et a décidé de les laisser à la disposition du Syndicat pour être utilisés à des dépenses d'intérêt général.

Elle a ensuite examiné le projet de création des cours de perfectionnement d'apprentis à l'École de la rue Lacordaire et, en raison de l'intérêt que présente cette œuvre, a ouvert un crédit de garantie de 2000 fr.

La Chambre charge son Président de transmettre tous ses remercîments à la Commission.

Médaille du syndicat a titre de souvenir. — M. le Président rappelle que les Médailles du Syndicat, dont la Chambre a autorisé la souscription par les adhérents, à titre de souvenir, sont prêtes et que les intéressés en ont été informés.

Plusieurs déjà en ont pris livraison contre payement et il demande aux autres souscripteurs de bien vouloir faire de même, afin que cette affaire soit réglée définitivement.

Travaux des sections professionnelles. — 1re *section*. — M. le Président communique le procès-verbal de la réunion de la 1re section en date du 21 décembre 1910. A cette séance, la section a examiné :

a. La question des taxes réclamées par l'Administration de l'octroi sur le matériel électrique : Des renseignements intéressants au point de vue juridique ont été fournis par M. Gaston Mayer; d'autres indications devant être recueillies, la discussion relative à cette affaire a été renvoyée à une séance ultérieure.

b. Projet de loi pour la suppression du marchandage : Après échange d'observations et renseignements donnés par M. Gaston Mayer, qui assiste à la séance, la question est renvoyée, pour supplément d'étude, à la prochaine réunion.

c. Pour répondre à la question posée relativement à la production annuelle de matériel, dans la région de Paris et en province, la section fixe, pour les spécialités qu'elle représente, le taux par ouvrier devant servir de base au chiffre global que le Secrétariat établira.

d. Relativement aux Caisses de secours et de retraites pouvant exister chez les industriels, elle est d'avis qu'une demande de renseignements soit faite aux membres de la section lors d'une prochaine convocation.

3e *section*. — M. le Président rappelle qu'il a été précédemment décidé que tout ce qui concernait les câbles et fils serait supprimé du projet d'instructions sur les installations intérieures pour faire l'objet d'un cahier des charges spécial analogue à celui qui a été établi pour les câbles armés; il présente un avant-projet pour les câbles sous caoutchouc destinés aux installations de 1re catégorie qui a été préparé par M. Grosselin, président de la section, en vue de servir de base à l'étude qui va être entreprise par la section.

6e *section*. — M. le Président indique qu'il a transmis au président de la 6e section une demande de renseignements relatifs aux plaques C. P. D. E. à apposer sur les boîtes des grilles et coupe-circuits.



Après échange d'observations, et bien que les renseignements donnés en réponse paraissent concluants, la Chambre, estimant qu'il est utile d'avoir un avis officiel, décide que la question sera posée à l'Union des Secteurs en même temps que celle du démarrage des moteurs précédemment signalée et qui intéresse un grand nombre d'adhérents.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — M. le Président rend compte de la séance tenue par le Comité de l'Union, le 7 décembre 1910.

Le procès-verbal en sera publié dans *La Revue électrique*.

— M. le Président communique une lettre de l'Union demandant de lui faire connaître le nombre de nos délégués et le montant de notre cotisation pour 1911.

Il indique que, d'après les statistiques qui viennent d'être établies, le montant des cotisations a augmenté de telle sorte que notre Syndicat a droit à cinq délégués au lieu de quatre. Avis en a été donné à l'Union, en attendant qu'une décision soit prise pour désigner le nouveau délégué.

— L'Union a demandé également quel était le nombre des membres de notre Syndicat, de façon à répondre à une statistique qui lui est réclamée par le Ministère du Travail.

Ce renseignement, qui n'est qu'un chiffre global, a été donné, après assurance qu'il ne pouvait en résulter aucun inconvénient pour l'avenir.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants qui ont été adressés aux membres de la Chambre syndicale :

N° 458. Extraits de la discussion au Conseil supérieur du Travail (Session de novembre 1909). La législation sur les Syndicats professionnels. Le droit de grève et le contrat collectif.

N° 459. Législation des établissements dangereux insalubres ou incommodes. Adoption en première lecture de la proposition de M. Chautemps.

N° 460. Questions sociales et ouvrières. Revue du mois.

N° 461. Accidents du travail. Rapport de M. le Ministre du Travail sur l'application générale de la loi du 9 avril 1898 et la situation des Sociétés d'assurances en 1909.

N° 462. Projet de loi relatif aux conventions collectives de travail.

N° 463. Arrangement franco-anglais sur les accidents du travail.

N° 464. Durée du travail dans les mines. Discussion et vote par le Sénat de la proposition modifiant la loi du 29 juin 1905.

N° 465. Conseil supérieur du Travail (Session de novembre 1910). Réglementation du travail des femmes à domicile. Vœux émis par les membres patrons du Conseil supérieur du Travail.

N° 466. Accidents du travail. Circulaire du Ministre du Travail, en date du 15 octobre 1910, relative à la déclaration des accidents et au dépôt du certificat médical.

COURS LACORDAIRE. — M. le Président indique à la Chambre qu'à la suite de la décision prise à la précédente séance, la Commission spéciale s'est réunie, sous la présidence de M. Harlé, en vue d'arrêter les dispositions nécessaires pour réaliser le projet de cours de perfectionnement d'apprentis et ouvrir un premier cours à l'Ecole de la rue Lacordaire le plus rapidement possible.

Après avoir examiné successivement, avec M. Jully qui assistait à la séance, les différentes questions d'organisation, de budget, de recrutement de professeurs, de recrutement des élèves, etc., elle a chargé son président et le président du Syndicat de faire des démarches auprès des pouvoirs publics en vue d'obtenir les autorisations d'utiliser les locaux et le matériel scolaires.

Ces démarches ont été faites de suite et M. le Président a le plaisir d'annoncer la Chambre qu'il vient d'être informé que les autorisations avaient été acordées. Les dispositions définitives d'exécution vont, en conséquence, être prises d'urgence et il y a tout lieu d'espérer qu'à la prochaine séance il pourra annoncer à la Chambre que les cours sont ouverts.

INSTRUCTIONS SUR LES INSTALLATIONS A L'INTÉRIEUR DES IMMEUBLES. — L'étude de ces instructions se poursuit et l'on peut espérer que le projet pourra être présenté à la Chambre, à la prochaine réunion.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Président communique les documents officiels ci-après qui sont déposés au Secrétariat à la disposition des Membres du Syndicat.

Sénat :

N° 283. Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi, de M. E. Chautemps, tendant à la revision de la législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Chambre des Députés :

N° 430. Proposition de loi ayant pour objet de compléter la loi du 13 juillet 1906 sur le repos hebdomadaire

N° 545. Proposition de loi tendant à établir un minimum de salaire pour tous les travailleurs.

N° 554. Proposition de loi tendant à introduire un article nouveau dans la loi du 21 mars 1884 sur les Syndicats professionnels.

N° 590. Proposition de loi tendant à compléter et à modifier la loi du 21 mars 1884 sur les Syndicats professionnels.

N° 633. Proposition de loi tendant à propager l'application du principe de la participation des salariés aux bénéfices des entreprises qui les emploient.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 4^h15^m.

Renouvellement partiel de la Chambre syndicale.

A l'issue de la séance tenue par la Chambre syndicale, le 10 janvier 1911, le Bureau a procédé au tirage au sort des membres sortants de la Chambre syndicale.

Le sort a désigné :

Pour la première section :

MM. BRUNSWICK,
GUITTARD,
ZIEGLER;

Pour la deuxième section :

MM. AZARIA,
LARNAUDE.

(*D'après la nouvelle répartition du nombre de sièges de la Chambre syndicale entre les sections, cette section aura un représentant supplémentaire à élire.*)



Pour la troisième section :

MM. IUNG,
SAUVAGE;

Pour la quatrième section :

MM. ANDRÉ,
CHATEAU.

(D'après la nouvelle répartition du nombre de sièges de la Chambre syndicale entre les sections, cette section ne devra réélire qu'un seul représentant.)

Pour la cinquième section :

M. DININ;

Pour la sixième section :

MM. LÉVÊQUE,
MEYER Marcel.

(M. Lévêque étant passé à la 7e section, son siège devient vacant, et la Section devra élire un nouveau représentant pour le remplacer.)

Pour la septième section :

MM. ESCHWÈGE,
PORTEVIN,
TOURNAIRE (Charles).

Le Secrétaire général,
H. CHAUSSENOT.

Le Président,
C. ZETTER,

Tarif des douanes françaises.

DÉCISIONS RÉGLEMENTAIRES RÉCENTES RELATIVES AU CLASSEMENT DES MARCHANDISES.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	CLASSEMENT
Articles d'éclairage en verre ou cristal (réflecteurs, abat-jour, globes ou verrines) unicolores, à bords chiffonnés autrement que par le moulage du corps de l'objet, c'est-à-dire par un moulage supplémentaire.	Même régime que les *Articles de l'espèce décorés.*
Axes pour roues de trolley (*canons de trolleys*).	V. *Pièces détachées d'appareils électriques* (N° 536).
Fils d'acier d'un même numéro commercial appartenant par leur diamètre réel à des catégories différentes du tarif, renfermés dans un même colis.	A taxer séparément d'après les catégories correspondant au plus petit diamètre réel de chaque rouleau ou couronne de fils.
Interrupteurs automatiques avec bobine de déclenchement.	V. *Appareils électro-techniques avec enroulement de fil isolé* (N° 524 *bis*).
Machines dynamo-électriques accouplées à un ventilateur dont les ailettes et la cage sont facilement séparables.	Droit des *Machines dynamo-électriques* sur le moteur. Les ailettes et la cage à taxer séparément.
Machines *et* mécaniques à laminer les fils métalliques.	V. *Machines-outils*, selon la classe (N° 525).
Machines *et* mécaniques à polir les fils métalliques.	V. *Machines-outils*, selon la classe (N° 525).
Régleurs de vitesse.	V. *Appareils non dénommés* (N° 525 *sexiès*).
Rubans en tissu de coton ou de lin caoutchoutés (sur une face ou sur les deux faces) pour ligatures électriques ou autres.	V. *Tissus caoutchoutés en pièces*, selon la classe (N° 620).
Thermomètres maxima et minima fixés sur plaque de verre graduée et disposés dans une guérite de protection en fer, acier ou cuivre, facilement séparable.	Droit des *Thermomètres*, sur l'instrument, y compris la plaque de verre, et des *Ouvrages en métaux*, selon le cas, sur l'enveloppe protectrice (Nos 634 *ter*, 568, 575 et 579).
Tôles d'aluminium laminées, même gaufrées ou striées.	Même régime que l'*Aluminium laminé* (N° 203).
Tôles de fer ou d'acier.	Les paliers d'après l'épaisseur doivent être interprétés comme suit : Plus de 1 millimètre; 6/10 de millimètre exclusivement à 1 millimètre inclusivement; 4/10 de millimètre inclusivement à 6/10 de millimètre inclusivement; Moins de 4/10 de millimètre.
Volants-poulies en fer, fonte ou acier, importés avec les appareils auxquels ils doivent être adaptés.	A considérer comme partie constitutive de l'appareil.
Volants-poulies en fer, fonte ou acier, importés isolément.	Régime des *Poulies de transmission* (N° 525 *bis*).

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur le calibre pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges-type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Errata à la loi portant codification des lois ouvrières (Livre 1er du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), parue dans *La Revue électrique* du 13 janvier 1911, p. 103.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Décret fixant les conditions du fonctionnement du régime de l'admission temporaire des fils d'acier destinés à la fabrication des câbles sous marins, p. 101.

Ministère des Finances. — Décret modifiant ou complétant les Tableaux A, B et C annexés au Tableau du 4 septembre 1901 (sels destinés à l'industrie), p. 102.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêté nommant des membres du Comité permanent d'Électricité pour les années 1911 et 1912, p. 103.

Arrêté nommant le président, le vice-président, le secrétaire et les secrétaires adjoints du Comité permanent d'Électricité pour l'année 1911, p. 103.

Arrêté modifiant l'organisation du service du contrôle de l'exploitation technique des distributions d'énergie électrique dans le département de la Vienne, p. 103.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Italie : Modifications de la réglementation des contestations douanières, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Nicaragua : Modifications apportées au régime douanier, *voir* aux annonces, p. XXXI.

Siam : Le commerce français au Siam en 1909-1910, *voir* aux annonces, p. XXXI.

Tableau des cours du cuivre, *voir* aux annonces, p. XXXI.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXIII.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

DEUXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 10 décembre 1910.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Tainturier, président de la Commission; Eschwège, président désigné du Syndicat; Fontaine, secrétaire général; Benoist, Bitouzet, Blondin, Cousin, David, Della Riccia, Desroziers, Drin, Drouin, Langlade, Martin, Moret, Nicolini, Paré, Roland d'Estape, Roux, Schlumberger.

Absent excusé : M. Cotté.

M. le Président souhaite la bienvenue aux nouveaux membres de la Commission technique, MM. Roland d'Estape et David sur l'activité et l'intelligence desquels il est heureux de pouvoir compter. Ces Messieurs donnent à M. le Président l'assurance de tout leur concours.

M. le Président est heureux de souhaiter la bienvenue à M. le professeur Riccardo Arno qui assiste exceptionnellement à la séance et qui va entretenir la Commission, dans quelques instants, des nouvelles méthodes de mesure du courant alternatif et des appareils appropriés.

CORRESPONDANCE. — La lettre de M. Cotté du 12 novembre est lue à la Commission qui la renvoie à la Sous-Commission chargée du travail sur les chaudières à grilles mécaniques.

COMMUNICATION DE M. LE PROFESSEUR RICCARDO ARNO. — M. le professeur Riccardo Arno entretient la Commission des bases nouvelles qu'il propose pour la tarification de l'énergie électrique. Il propose de faire payer aux clients d'une station centrale à courant alternatif en outre de la puissance réelle ou active $UI \cos \varphi$, une certaine partie de la puissance réactive $UI \sin \varphi$. Ce dernier courant ne produit pas de puissance, mais il est nécessaire au consommateur et son intensité peut varier notablement selon les appareils installés. La mesure industrielle de l'énergie fournie à un consommateur dans une installation à courant alternatif comportant des appareils absorbant du courant réactif doit présenter la réelle dépense de la Société. Il en résulte qu'une installation a une charge complexe; elle se mesure à l'aide de dispositif facilement réalisable en pratiquant un retard de phase entre le flux du circuit dérivé et la différence de potentiel aux bornes de ce circuit.

Certains esprits trouvent inexcusable de fausser systématiquement les indications d'un compteur en majorant l'énergie réelle fournie; mais il y a lieu d'envisager que dans une usine hydraulique certaines dépenses sont fixes, telles que : le prix des concessions, du barrage de la station centrale, le déphasage du courant n'y entre pas; mais, au contraire, les dépenses d'achat des alternateurs, des conducteurs, des transformateurs varient proportionnellement à cette différence de phase, le client doit en supporter une partie. Un raisonnement analogue doit d'ailleurs s'appliquer aux machines à vapeur. Il restera à faire graduellement l'éducation du client et peut-être même à modifier dans ce sens les unités électriques à un point de vue international.

A la suite de cet exposé, divers membres demandent si des expériences ont déjà été faites dans des installations centrales à vapeur.

M. le professeur Riccardo Arno indique que les chiffres qu'il a fournis proviennent surtout et presque exclusivement d'installations hydrauliques. Des essais ont déjà été faits à la Compagnie Edison de Lombardie avec le volt-coulomb-mètre.

M. le Président remercie, au nom de la Commission, M. le professeur Riccardo Arno de sa très intéressante communication. Il demande à la Commission de désigner un rapporteur chargé de provoquer la discussion sur cette question dans une séance ultérieure, après en avoir fait un exposé qui sera reproduit dans *La Revue électrique*. M. Blondin est nommé rapporteur.

M. le professeur Riccardo Arno indique d'ailleurs qu'il enverra à tous les membres présents une communication détaillée susceptible de les édifier plus complètement sur cette intéressante question.

La Commission passe en revue les différentes questions à l'ordre du jour.

M. Brylinski rend compte de la réponse qu'il a préparée aux observations présentées sur les règlements de

l'Union des Syndicats de l'Électricité dans la dernière séance de la Société internationale des Électriciens.

M. Drin remet son rapport sur la stérilisation des eaux par les rayons ultraviolets. Ce rapport sera reproduit et envoyé à tous les membres pour être discuté dans la prochaine séance.

L'étude de M. Barbillion sur les prescriptions techniques à observer dans une distribution d'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice est confiée à M. David.

La note sur le foyer Week est remise à M. Nicolini pour être jointe à son rapport.

A la prochaine réunion, la Commission étudiera en premier lieu le rapport complémentaire de M. Nicolini, le rapport de M. Drin, le rapport de M. David sur l'étude de M. Barbillion, etc. D'autres questions pourront être rapportées, telles que le froid industriel, les moteurs Diesel, etc.

Enfin des questions nouvelles seront distribuées à des rapporteurs.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 1er janvier 1911.

Membres actifs.

MM.

CAHEN (Octave), Ingénieur E. C. P., Forces motrices de la Vienne, 3, rue Bridaine, Paris, présenté par MM. Henri Cahen et P. Eschwège.

GENTY (Marius), Mécanicien électricien, rue des Vernays, L'Arbresle (Rhône), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

LENORMAND (Louis), Propriétaire de l'Usine électrique de Lannion (Côtes-du-Nord), présenté par MM. Delore et Chartier.

ROUX (Abel), Administrateur délégué de la Société française d'exploitations électriques de Saint-Donat (Drôme), présenté par MM. Goichot et E. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

BALLEREAU (Paul), Ingénieur électricien I. D. N., 5, rue Carnot, Brive (Corrèze), présenté par MM. Malaval et Frouart.

FOEX (Edouard), Ingénieur attaché à la Direction de la Compagnie Lorraine d'électricité, 27, rue du Tapis-Vert, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Joubert et Bizet.

IZORCE (Jean), Chef monteur électricien, 20, rue Hugues Le Grand, Provins (Seine-et-Marne), présenté par MM. Beaulavon et Jullien.

MALDIDIER (Albert), Chef de travaux à la Compagnie Lorraine d'électricité, 58, faubourg Stanislas, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Bizet et Joubert.

RENOULT (Georges), Ingénieur à la Compagnie Lorraine d'électricité, 49, boulevard Lobau, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Bizet et Joubert.

RIELLANT (André-François), Electricien, 8, rue Saint-Spire, Paris, présenté par MM. Agneessens et E. Fontaine.

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LIMITED, 4, rue Auber, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Usines.

Usine électrique de Lannion (Côtes-du-Nord).

Usine électrique de l'Arbresle (Rhône).

Bibliographie.

1° Collection reliée des Bulletins des années 1896 à 1899 (tome I).

2° Collection reliée des Bulletins des années 1900 et 1901 (tome II).

3° Collection reliée des Bulletins des années 1902 et 1903 (tome III).

4° Collection reliée des Bulletins de l'année 1904 (tome IV).

5° Collection reliée des Bulletins de l'année 1905 (tome V).

6° Collection reliée des Bulletins de l'année 1906 (tome VI).

7° Collection reliée des Bulletins de l'année 1907 (tome VII).

8° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905, concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

9° Décrets portant règlements d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

10° Circulaire ministérielle du 19 août 1895; secours à donner aux personnes foudroyées (*courant continu*).

11° Circulaire ministérielle du 19 août 1895; secours à donner aux personnes foudroyées (*courants alternatifs*).

12° Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques, par A.-C. Ray.

13° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (*courant continu*).

14° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (*courants alternatifs*).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation : De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique, par MM. F. Payen et P. Weiss (*suite*), p. 99. — Arrêté nommant des membres du Comité permanent d'Électricité pour les années 1911-1912, p. 103. — Arrêté nommant le président le vice-président, le secrétaire et les secrétaires adjoints du Comité permanent d'Électricité pour l'année 1911, p. 103.

Sociétés, bilans : Société des forces motrices du Refrain, p. 104.

Chronique financière et commerciale : Convocations d'assemblées générales, voir aux *annonces*, p. XXIX. — Nouvelles Sociétés, voir aux *annonces*, p. XXIX. — Coupons et dividendes annoncés, voir aux *annonces*, p. XXIX. — Modifications aux Statuts et aux Conseils, voir aux *annonces*, p. XXIX. — Demandes d'emplois, voir aux *annonces*, p. XXXIII. — Nouvelles usines dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, voir aux *annonces*, p. XXXIV. — Premières nouvelles sur les installations projetées, voir aux *annonces*, p. XXXIV.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MOTEURS THERMIQUES.

L'utilisation du gaz de four à coke dans les moteurs à explosion.

On a vu, par la description donnée p. 11 de l'usine génératrice à gaz établie à Vendin-le-Vieil par la Compagnie des Mines de Lens, que l'utilisation des gaz de fours à coke pour la production de l'énergie électrique par l'intermédiaire de groupes électrogènes à moteurs à gaz peut être considérée comme résolue pratiquement aujourd'hui. Ce procédé de production de l'énergie électrique n'étant encore qu'à ses débuts et nous paraissant appelé à prendre bientôt plus d'extension, il nous a paru utile de compléter les indications contenues dans la description de l'usine de Pont-à-Vendin en examinant avec plus de détails les divers problèmes que soulève l'utilisation des gaz de fours à coke dans les moteurs à gaz. Une étude très importante faite sur ce sujet par M. E. Cuvelette, ingénieur à la Compagnie des Mines de Lens, et présentée l'an dernier à la Société des Ingénieurs civils [1] nous servira de guide.

I. Les différents types de four a coke. — La carbonisation de la houille, en vue de la production du coke, est une distillation en vase clos, s'effectuant à très haute température et continuée assez longtemps pour éliminer toutes les matières volatiles du charbon.

Jusqu'à ces dernières années, on distinguait, abstraction faite des fours de boulanger ou four à ruche, encore nombreux en Angleterre et en Amérique, mais incontestablement destinés à disparaître, deux types de fours à coke : 1° le *four à coke ordinaire*, dans lequel tous les gaz de distillation passent dans les parois du four en sortant de la chambre de carbonisation et s'y enflamment; à la sortie des carneaux ils sont dirigés sous des chaudières; on obtient ainsi du coke et de la vapeur; il n'y a pas de gaz disponible; 2° *le four à récupération de sous-produits*, dans lequel les gaz de la distillation sont dirigés vers une usine où l'on recueille les sous-produits condensables; les gaz retournent ensuite au four pour assurer la carbonisation de la houille, et les gaz brûlés sont, comme dans le cas précédent, employés aux chaudières pour la production de la vapeur; on obtient ainsi du coke, des goudrons, de l'ammoniaque, des benzols et de la vapeur; en outre intervient la question du gaz disponible.

Le charbon employé primitivement pour la fabrication du coke de haut fourneau ne renferme en effet que 20 à 21 pour 100 de matières volatiles. Comme il est assez rare, il a fallu, lors du prodigieux développement pris par la métallurgie dans ces dernières années, le remplacer par des charbons naturels ou des mélanges plus riches en matières volatiles et l'on a par suite plus de gaz qu'il n'est nécessaire pour le chauffage des fours. D'après des essais faits par M. Reumaux aux Mines de Lens, l'excédent est, avec les fours à récupération de ces mines, de 12 pour 100 lorsqu'on emploie des charbons à 25 pour 100 de matières volatiles.

Toutefois l'excédent de gaz disponible ne dépend pas seulement de la teneur des charbons en matières volatiles : il dépend dans une grande mesure du mode de construction du four et de la façon dont on opère le chauffage. On augmente considérablement cet excédent en échauffant au préalable l'air envoyé dans le gaz pour produire sa combustion. En utilisant des chambres remplies de briques où l'on fait circuler successivement les gaz brûlés et l'air nécessaire à la combustion (régénérateurs Siemens), on peut obtenir 50 pour 100 de gaz disponible. Le schéma du fonctionnement de ces fours est alors celui qu'indique la figure 1.

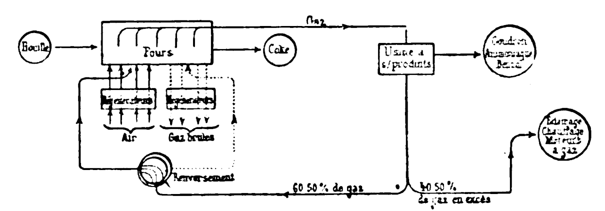


Fig. 1. — Schéma du fonctionnement des fours à récupérateurs et à régénérateurs.

On pourrait être tenté de chauffer également les gaz venant de l'usine de récupération des sous-produits avant de les envoyer dans les carneaux de chauffage des fours à coke. Mais cette pratique, qui est mise en application pour le chauffage des fours d'aciéries ou de verreries avec du gaz de gazogène, serait très dangereuse avec le gaz de coke. Tandis que le gaz de gazogène ne renferme que quelques centièmes en volume d'hydrogène, le gaz de coke en renferme environ 50 pour 100. Dès lors les rentrées d'air dans les récupérateurs soumis à la dépression des fours donneraient avec ce dernier gaz des mélanges explosifs où la vitesse de propagation de l'onde explosive est beaucoup plus grande que dans les mélanges d'air et de gaz de gazogène, et l'explosion des régénérateurs serait à craindre.

Les régénérateurs servant au chauffage de l'air peuvent ou bien desservir une batterie de fours, ou au contraire ne desservir qu'un seul four.

Les fours Otto, représentés par les figures 2 à 5, sont des fours à régénérateurs collectifs.

Dans le four Otto les régénérateurs sont disposés longitudinalement, de part et d'autre de la batterie des fours. Ils sont en communication avec un double système de canaux horizontaux placés de part et d'autre de chaque piédroit sous la sole des fours. Ces canaux sont eux-

[1] F. Cuvelette, *Note sur l'utilisation directe du gaz de four à coke dans les moteurs à explosion* (*Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, 1909, p. 171 à 222).

mêmes en communication avec les points où aboutit le gaz. La canalisation de gaz est double. Tout est disposé de telle façon que, à chaque moment, la moitié seulement des carneaux verticaux soient alimentés de gaz. L'un des canaux de sole amène en ces points l'air qui a traversé les régénérateurs. Dans l'exemple de la figure ce sont les carneaux du premier et du troisième quart. Les gaz brûlés montent dans ces carneaux, redescendent dans ceux qui leur font suite (deuxième et quatrième quart du four), gagnent le second canal horizontal sous la sole et par là le régénérateur de l'autre côté des fours et enfin la cheminée. Quand le régénérateur où circule l'air est refroidi jusqu'à un degré qu'on s'est fixé, on fait une inversion. L'autre moitié des carneaux est, à son tour, alimentée de gaz et d'air et le régénérateur refroidi reçoit les gaz brûlés qui lui restituent les calories enlevées par l'air dans la première phase. Le nombre des carneaux verticaux est de 16 environ.

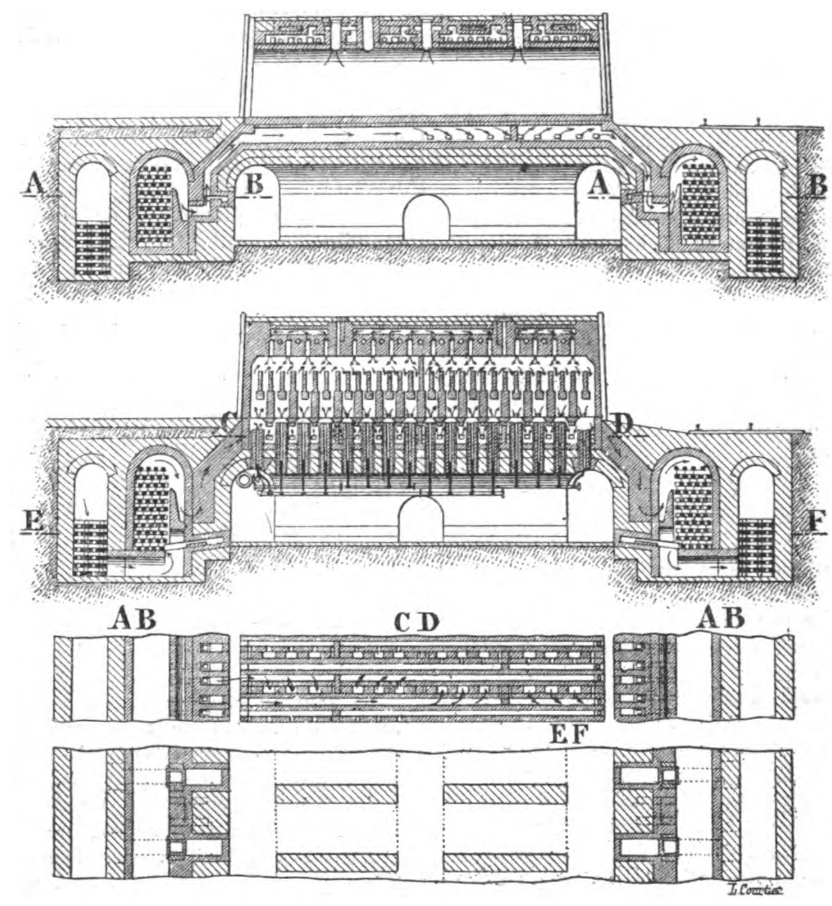


Fig. 2 à 5. — Four Otto-Ilgenstock à régénérateurs collectifs,

Le four Koppers (*fig.* 6 et 8) réalise la conception du *four à régénérateur spécial.* Le massif entier du four est divisé en deux parties par un plan horizontal à la hauteur de la sole. La partie inférieure comprend les régénérateurs, et la partie supérieure le four proprement dit. La paroi de séparation des fours comporte trente carneaux verticaux tous de même section, à l'exception des deux extrêmes qui sont un peu plus larges et qui, grâce à la présence d'une plus forte quantité de gaz, augmentent localement la chaleur et compensent le refroidissement par l'air extérieur. De la canalisation L (*fig.* 6 et 7) se détachent, en face de chaque paroi, des tuyaux g en fer étiré; sur chaque tuyau se trouvent deux robinets i et j qui sont désignés alternativement sur le profil par les lettres i, j, i_1, j_1. Les robinets i, i_1 ouvrent ou ferment complètement l'entrée du gaz dans le tuyau g et servent au renversement de la marche; les robinets j, j_1 règlent le débit des gaz. Les robinets i, i_1 sont rendus solidaires et sont manœuvrés toutes les 30 minutes par un petit moteur électrique. Pendant une demi-heure, les robinets i sont ouverts, les robinets i_1 fermés et le gaz accède dans les parois k; pendant la demi-heure suivante, le gaz accède dans les parois k_1.

Avec les fours à régénérateur de chaleur on peut obtenir un excédent de gaz disponible de 35 à 48 pour 100. Avec de tels excédents l'énergie électrique susceptible d'être produite est très importante. Un four peut carboniser 8 tonnes de charbon en 36 heures; à 300 m³ de gaz

par tonne un excédent de 40 pour 100 donne 640 m³ par 24 heures ou 26,6 m³ par heure. Or 1 m³ de gaz de four à coke à 4000 calories donne 1 kilowatt-heure aux bornes du tableau; on peut donc avoir une puissance de 25 kw par jour.

Fig. 6 à 8. — Four Koppers à régénérateurs individuels.

II. Épuration du gaz pour force motrice. — Les gaz des fours, réunis dans un barillet, sont traités dans une usine à récupération de sous-produits où l'on recueille le plus souvent des goudrons, des eaux ammoniacales et des benzols ou huiles légères. La récupération des cyanures a été envisagée à plusieurs reprises, mais n'est pas encore rentrée dans la pratique, le gaz ayant généralement une teneur en cyanures inférieure à celle qui serait nécessaire pour rendre l'opération avantageuse.

Après ce traitement les gaz ne peuvent être employés directement dans les moteurs; il faut leur enlever le goudron et les gaz sulfurés qu'ils renferment.

En ce qui concerne le goudron, on peut admettre que le gaz à sa sortie d'une usine à récupération comprenant des laveurs pour benzols renferme 0,2 g à 0,4 g de goudron par mètre cube. Or on a constaté à Lens qu'avec 0,1 g les soupapes s'encrassent et qu'il faut descendre à 0,02 g pour éviter l'encrassement même après une longue durée de marche. Il faut donc une épuration.

Quant à la teneur en soufre, il convient qu'elle soit inférieure à 0,5 g par m³, et même soit dans le voisinage de 0,2 g. Autrement l'anhydride sulfureux résultant de sa combustion attaque rapidement les métaux en présence de la vapeur d'eau.

L'épuration chimique des gaz sortant de l'usine à récupération des sous-produits se fait, comme dans les usines à gaz d'éclairage, soit avec la masse de Laming, soit et beaucoup plus fréquemment avec du minerai de fer des prairies, seul ou mélangé de sciure de bois ou de tannée.

La masse de Laming est généralement formée de : sciure de bois 12 kg, chaux 5 kg, sulfate de fer 15 kg.

Le minerai de fer des prairies (Raseneisenerz des Allemands) ou limonite brune contient 50 à 60 pour 100 de sesquioxyde de fer, 20 à 25 pour 100 de matières organiques, 15 pour 100 d'eau, le reste se composant surtout de silice, alumine, chaux et magnésie.

La couche épurante est placée en couche de 30 à 60 cm sur des claies renfermées dans des cuves. Le gaz en la traversant la transforme en sulfure et sulfocyanure de fer et en ferrocyanure ferreux; au bout d'un certain temps la matière devient inactive. On la revivifie en la soumettant à l'action de l'air dont l'oxygène transforme le sulfure de fer:

$$Fe^2S^3 + 3O + 3H^2O = Fe^2(OH)^6 + 3S.$$

Le ferrocyanure ferreux, par oxydation, est en même temps transformé en bleu de Prusse.

La masse peut être revivifiée un certain nombre de fois, une dizaine en moyenne; après quoi, chargée de soufre et appauvrie en sesquioxyde de fer (qui est transformé en bleu de Prusse), elle est vendue aux fabricants de bleu de Prusse ou de prussiates. On en extrait le soufre, le sulfate d'ammonium et les composés cyanés. Le minerai des prairies peut se charger de 30 pour 100 de soufre et de 10 pour 100 de bleu de Prusse.

Pour le gaz de ville on admet qu'il faut une surface d'épuration de 3,5 m² par 1000 m³ fabriqués en 24 heures.

2...

En adoptant cette base la surface d'épuration nécessaire au gaz consommé par un moteur de 100 chevaux serait de 42 m². Aux Mines de Lens on a pris 40 m² par 1000 chevaux, mais dans beaucoup d'autres installations, à Eschweiler par exemple, où sont installés 3000 chevaux de moteurs à gaz de four à coke, on s'est contenté d'une surface moitié moindre.

Cette grande surface des cuves d'épuration (240 m² à Lens) entraîne des dépenses de premier établissement et de manutention fort élevées. On a tenté de la réduire en faisant de l'épuration humide : on fait passer le gaz dans de l'eau chargée d'oxyde de fer hydraté; il se forme un dépôt de sulfure de fer qu'on retransforme ensuite en oxyde par un courant d'air sous pression. Mais cette tentative n'a pas donné de bons résultats et l'on en est toujours aux encombrantes cuves d'épuration. Toutefois on est parvenu à diminuer les dépenses de main-d'œuvre de revivification en rendant celle-ci partiellement automatique. Pour cela on ajoute au gaz à épurer 2 pour 100 d'air dont l'oxygène oxyde le sulfure de fer à mesure qu'il se forme. Le temps pendant lequel peut être utilisée la même masse épurante entre deux revivifications est ainsi triplé.

III. Composition du gaz de four a coke. — Le gaz de four à coke se distingue du gaz d'éclairage par sa moindre teneur en carbures lourds et en méthane et sa plus forte teneur en hydrogène et en azote. La très forte teneur en hydrogène tient à la plus grande durée de l'opération.

Le pourcentage en hydrocarbures éclairant va en diminuant au fur et à mesure que le four devient plus chaud. La proportion d'hydrogène augmente alors, mais elle s'abaisse au bout de 26 heures. En même temps les teneurs en oxyde de carbone et azote deviennent plus fortes en raison de légères rentrées d'air qui se produisent par l'effet de l'aspiration par les exhausteurs au moment où les gaz se dégagent avec moins d'abondance.

Quant à la composition moyenne des gaz, elle est donnée par le Tableau suivant pour diverses installations :

	H.	CH^4.	C^mH^m.	CO.	CO^2.	Az + O.
Eschweiler	56,7	22,4	1,3	5,5	2,0	12,5
Consolidation	48,9	35,8	3,2	7,2	0,7	3,7
Rheinpreussen	55,4	31,16	0,83	4,48	1,9	11,3
	45,6	24,4	0,7	5,5	2,9	20,7
Hibernia	48	22,0	2,0	5,5	2,0	29,6
Lens	58	20,0	1,5	6,0	3,0	11,5

Le pouvoir calorifique inférieur (chaleur latente de la vapeur d'eau contenue dans les gaz brûlés non comprise) varie de 3600 à 4000 calories par mètre cube. Il dépend naturellement de la phase de la distillation puisque la composition du mélange gazeux dépend de cette phase. Toutefois, quand le nombre des fours en fonctionnement est grand, le pouvoir calorifique varie peu : ainsi, à Lens, le pouvoir calorifique pris à différentes heures de la journée accuse des variations généralement inférieures à 5 pour 100.

IV. Les moteurs a gaz de four a coke. — Les inflammations prématurées ou trop retardées ont, dans un moteur à gaz, des conséquences d'autant plus graves que le gaz d'alimentation est plus riche en hydrogène. Le gaz de four à coke ayant une teneur élevée en hydrogène on doit prendre toutes les précautions possibles pour éviter les équations anormales. Il faut, en particulier, n'employer qu'un gaz parfaitement épuré; entretenir en parfait état de propreté les cylindres, chambres de mélange et d'explosion; contrôler souvent par des prises de diagrammes le réglage de divers mélanges et leur allumage, etc.

Le type de machine qui est de beaucoup le plus fréquemment utilisé est le moteur à 4 temps, à deux cylindres à double effet montés en tandem. On rencontre souvent ce même type doublé de puissance par l'emploi de deux lignes jumelées de cylindres tandem. Le type tandem simple réalise un effet moteur à chaque course; le type tandem à 4 cylindres, deux effets moteurs par course. Le premier est, en ce point, analogue à la machine à vapeur monocylindrique; le second à une machine à vapeur à deux cylindres disposés en tandem.

L'évolution de la construction de ces moteurs a amené presque tous les constructeurs à adopter les mêmes dispositions générales qui rappellent celles de la machine Sulzer. Le cylindre est symétrique par rapport à un axe vertical; l'admission se fait à la partie supérieure, l'émission des gaz brûlés à la partie inférieure; la symétrie favorise la résistance du métal aux tensions normales ou accidentelles. Une double paroi permet la circulation d'eau autour du cylindre et de ses fonds. Les tiges de pistons en acier forgé et les pistons sont creux et traversés par un courant d'eau sous une pression de 3 à 4 kg : cm². Le poids des pistons est supporté au centre par les tiges, lesquelles sont, avant montage, légèrement cintrées vers le haut, de façon à être, une fois montées, rigoureusement rectilignes sous l'influence du poids des pistons et de l'eau intérieure.

Le dispositif de régularisation varie par contre d'un constructeur à l'autre. Le réglage par « tout ou rien », qui donnerait lieu à des à-coups considérables dans les grands moteurs, n'est plus employé. Mais on peut utiliser le réglage « qualitatif » consistant dans l'admission d'un volume constant de richesse variable, ou le réglage « quantitatif », dans lequel le volume admis, de richesse constante, est variable.

Si le réglage est qualitatif le degré de compression ne diminue pas aux charges réduites. Or, d'après l'une des lois de M. Witz, le rendement du moteur augmente avec la compression; le réglage qualitatif est donc avantageux à ce point de vue. Mais la vitesse de combustion du mélange d'air et de gaz varie avec la composition du mélange et, aux charges réduites, une partie du gaz admis pourrait ne brûler qu'incomplètement. Si le réglage est quantitatif la combustion est mieux assurée aux faibles charges, mais la compression du mélange diminue.

M. Letombe a remédié à l'inconvénient du réglage qualitatif par la surcompression pratiquée aux charges réduites. Pour diminuer la puissance il réduit la quantité de gaz admise mais augmente en même temps la durée de l'admission totale, de manière à avoir un supplément d'air. La compression commence dès lors plus tôt et devient plus forte. Mais comme aujourd'hui on donne généralement à la compression en charge normale une valeur

SOCIÉTÉ ET LIEU d'installation.	TYPE de machine.	CONSTRUCTEUR.	NOMBRE d'unités.	PUISSANCE unitaire.	EMPLOI.	OBSERVATIONS.
		Allemagne.				
Eschweiler Bergwerksverein, à Alsdorf (Prusse Rhénane).	Tandem.	Augsbourg.	2	500	Alternateurs	Puissance totale installée à Alsdorf : 14 600 HP.
	Id.	Nuremberg.	3	1 200	Id.	
	Tandem-jumelle.	Id.	2	2 400	Id.	
	Id.	Id.	2	2600	Id.	
Mines fiscales, inspection VII, à Heinitz (Sarre).	Tandem.	Ehrhardt et Sehmer.	1	700	Id.	Puissance totale installée à Heinitz : 10 100 HP.
	Id.	Id.	4	1 200	Id.	
	Tandem-jumelle.	Id.	2	2800	Id.	
Rheinpreussen, à Homberg-am-Rhein.	Tandem.	Augsbourg-Nuremberg.	2	1500	Id.	Puissance totale à Rheinpreussen : 4500 HP.
	A 2 temps Oechelhaüser	Borsig. Berlin.	1	1500	Id.	
Krupp et Cie, mine Hannover.	Tandem.	Société Alsacienne de constructions mécaniques.	2	600	Id.	Puissance totale à Hannover : 2700 HP.
	Id.		1	1500	Id.	
Deutsch. Luxembourg. A. G., à Bochum.	Jumelle-tandem.	Augsbourg-Nuremberg.	1	2200	Id.	
Mines fiscales de Bielschowitz.	Tandem.	Ehrhardt et Sehmer.	2	1100	Id.	
Gebrüder Stumm, à Neunkirchen.	Tandem.	Augsbourg-Nuremberg.	2	1100	Dynamos.	
Consolidation, à Schalke.....	Tandem.	Id.	2	600	Alternateurs	
Constantin-le-Grand, à Bochum	Tandem.	Id.	1	1200	Id.	
Usine de Burbach	Tandem.	Augsbourg-Nuremberg.	1	1 200	Id.	
Gelsenkirchen Bergwerksgesellschaft, à Grimberg et Eving.	Tandem.	Id.	2	500	Id.	
Minister Achenbach, à Brambauer.	Tandem.	Id.	1	1000	Id	
Hibernia.......	Tandem.	Id.	1	900	Id.	
		France.				
Schneider et Cie, Le Creusot.	Tandem.	Le Creusot.	2	1 200	Alternateurs	Puissance totale installée au Creusot : 9600 HP, aux gaz de haut fourneau et de four à coke.
	Tandem-jumelle.	Id.	3	2 400	Id.	
Mines de Lens, à Vendin-le-Vieil.	Tandem.	Anciens établiss. Cail.	1	500	Id.	Puissance totale installée par les mines de Lens : 4100 HP.
		Augsbourg-Nuremberg.	3	1200	Id.	
Mines de Douchy, à Lourches.	Tandem.	Id.	2	580	Id.	
		Autriche.				
Mines de Witkowitz.........	Tandem.	Ehrhardt et Schmer.	2	700	Alternateurs	
Mines du Cte Larisch-Monnisch, à Karwin.	Id.	Augsbourg-Nuremberg.	1	700	Id.	
		Belgique.				
Seraing Cockerill, à Seraing..	Divers.	Société Cockerill.	»	5700	Alternateurs	Moteurs marchant aux gaz de haut fourneau et de four à coke.
Société d'Ougrée-Marihaye, à Flemalle-Grande.	Tandem.	Augsbourg-Nuremberg.	2	600	Dynamos.	
Rombacher-Hütte, cokerie de Zeebruge.	Id.	Ehrhardt et Schmer.	1	700	Alternateurs	



aussi élevée que possible, la surcompression offre moins d'intérêt.

Un autre moyen de remédier à l'inconvénient signalé du réglage qualitatif consiste à n'admettre le gaz qu'à la fin de l'admission. Le mélange gazeux qui se trouve en contact avec les bougies d'allumage est ainsi toujours riche en gaz, quelle que soit la quantité d'air introduite avant le gaz, et il est par suite facilement inflammable.

Le réglage qualitatif a, au point de vue mécanique, un avantage : les fortes compressions étant conservées à toutes charges, les chocs qui se produisent, à fond de course, dans les articulations des bielles, sont toujours également amortis,

En fait c'est le réglage qualitatif qui est de beaucoup le plus fréquemment employé (Cockerill, Nuremberg, Creusot, Ehrhardt et Schmer); le réglage quantitatif se rencontre dans les moteurs de M. Letombe, de la Société Cail.

Le Tableau précédent, dressé par M. Cuvelette, donne la liste des installations de ce genre réalisées au début de 1909 en Europe. On peut estimer à près de 50 000 chevaux la puissance totale de ces installations. C'est peu au regard des 2 000 000 chevaux que pourrait produire le gaz obtenu dans les fours à coke de l'Europe.

V. Prix de revient de la force motrice par gaz de four a coke. — Les frais d'installation d'une usine centrale électrique de 5000 kilowatts équipée de 3 à 6 moteurs à gaz peuvent être évalués à 350 fr par kilowatt installé. Pour une usine de même puissance, contenant 2 à 3 turbines à vapeur, le kilowatt installé ne revient guère qu'à 200 fr. En outre la réserve n'a pas besoin d'être aussi importante dans une usine à turbines que dans une usine à moteurs à gaz. Si l'on tient compte encore qu'il est d'usage d'amortir plus rapidement les moteurs à gaz que les turbines et qu'il est généralement admis que les frais d'exploitation (main-d'œuvre, graissage, nettoyage, entretien et réparation) sont plus grands avec les premiers qu'avec les seconds, on peut se demander s'il est plus avantageux d'utiliser le pouvoir calorifique des gaz de fours à coke dans un moteur à explosion que dans le foyer d'une chaudière.

La question a reçu des réponses très différentes suivant les auteurs qui l'ont examinée. D'après M. Cuvelette il y a avantage à utiliser le moteur à explosion.

En admettant une durée d'amortissement de 8 ans pour les moteurs à gaz et de 12 ans pour les turbines, les charges d'amortissement et d'intérêt à 5 pour 100 du capital engagé ressortent à 35,40 fr par kilowatt de moteurs à gaz (350 fr de frais d'établissement) et 22 fr par kilowatt de turbines (200 fr de frais d'établissement). Avec une utilisation de 3600 heures par an, chiffre plutôt faible dans une installation destinée à une mine qui a des services importants de nuit (ventilateurs, pompes d'exhaure, broyeurs à charbon), la charge d'intérêt et d'amortissement par kilowatt-heure est de 0,983 centime avec un moteur à gaz, et 0,628 centime avec une turbine, soit une économie de 0,255 centime en faveur de la turbine. Quant aux frais directs d'exploitation l'expérience montre qu'ils sont sensiblement les mêmes. Restent donc à comparer les dépenses en combustibles. Or 1 kilowatt-heure au Tableau correspond à une consommation de 1 m³ de gaz à 4000 calories dans un moteur à gaz, et de 2,25 m³ de gaz dans le foyer d'une chaudière. Si l'on évalue le prix du gaz dans son pouvoir calorifique et par comparaison avec du charbon à 7000 calories valant 15 fr la tonne, on trouve que le mètre cube de gaz de four à coke doit être estimé à 0,855 centime. La dépense en combustible par kilowatt-heure est donc de 0,855 centime avec le moteur à gaz et de 1,925 centime avec la turbine, soit une économie de 1,07 centime en faveur du moteur à gaz.

Tout compte fait, le moteur à gaz réalise donc une économie de 0,815 centimes par kilowatt-heure. Il offre en outre l'avantage de produire, avec la même quantité de gaz, une énergie plus que double. Et cet avantage se traduit par une économie considérable de charbon lorsque les conditions de l'installation sont telles que les moteurs à gaz peuvent marcher constamment à pleine charge, les suppléments de puissance étant fournis par des machines ou turbines à vapeur mises en marche de façon intermittente. Or ces conditions se rencontrent dans le cas d'une aciérie dont la marche est continue, elles se présentent également aux Usines de Lens où la centrale à moteurs à gaz n'est qu'une unité d'un groupement de plusieurs usines génératrices fonctionnant en parallèle.

Épurateurs de gaz de hauts fourneaux à force centrifuge.

Dans une communication présentée au Congrès de Métallurgie de Dusseldorf, en juin dernier, l'ingénieur principal Curt Grösse, de Metz, s'étendait longuement sur l'épuration des gaz de hauts fourneaux. Il donnait dans ce travail de nombreux détails sur les épurateurs à sec, les laveurs refroidisseurs, puis passait en revue les différentes installations d'épuration actuelles, employant les appareils Zschockes, Theisen, Bian ou Schwarz, et enfin, donnait quelques indications sur quatre appareils nouveaux : l'épurateur centrifuge Schwarz, l'épurateur centrifuge axial Flossel et les épurateurs désintégrateurs Hartman et Bayer. Voici quelques renseignements sur ces nouveaux appareils, d'après un article récent de M. H. Bonnavaud [1], qui a eu l'occasion de visiter des installations où ces appareils sont employés.

Epurateur centrifuge Schwarz. — Cet appareil, construit par la maison Louis Schwarz et Cie, de Dortmund, est représenté par les figures 1 à 3.

A leur entrée dans l'appareil les gaz sont aspergés d'eau, projetés et finement pulvérisés par une poulie de séparation. Le mélange eau et gaz est alors aspiré par un étroit orifice annulaire entre une cage fixe et un tambour conique. La surface latérale de ce tambour conique, qui est animé d'un mouvement de rotation, est garnie d'ailettes hélicoïdales. Ces ailettes aspirent

[1] H. Bonnavaud, *Étude sur quelques nouveaux appareils pour l'épuration des gaz de hauts fourneaux* (*Bulletin technologique de la Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers*, octobre 1910, p. 1367-1384).



et brassent le mélange eau et gaz; sous l'action de la force centrifuge, les particules de poussières humidifiées, et par suite plus denses, se séparent des gaz; l'eau fangeuse tombe à la partie arrière du tambour d'où elle s'écoule à l'extérieur.

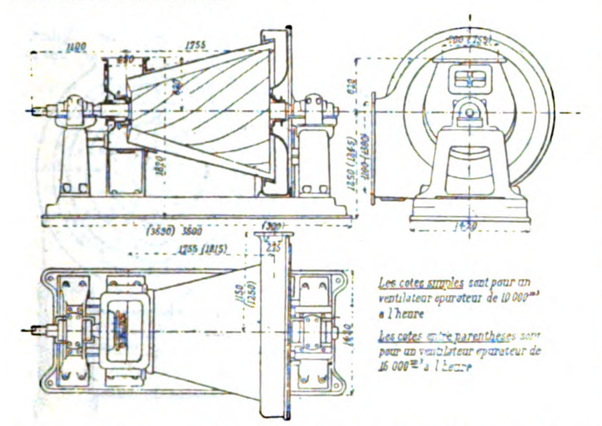


Fig. 1, 2 et 3. — Coupe, élévation et plan d'un épurateur centrifuge Schwarz.

Dans cet appareil le tambour et l'arbre peuvent être déplacés dans le sens de l'axe au moyen de vis à pointes agissant sur ce dernier. On peut donc ainsi faire varier l'espace annulaire compris entre la cage fixe et le tambour conique et, par suite, modifier suivant les besoins et déterminer exactement la quantité de gaz qui doit passer par l'appareil.

Pour l'épuration des gaz destinés au chauffage des fours Cowper ou des chaudières, c'est-à-dire jusqu'à une teneur de 0,5 g environ de poussières par mètre cube, l'épurateur Schwarz exige 0,5 à 0,8 litre d'eau par mètre cube; pour les gaz destinés aux moteurs, c'est-à-dire pour ceux ne devant avoir qu'une teneur de 0,018 g à 0,03 g de poussières au mètre cube, la consommation d'eau est de 1,5 à 2 l : m³. La puissance nécessaire dans le premier cas est de 1,4 à 1,7 kilowatt par 1000 m³ de gaz à épurer à l'heure; dans le second cas elle est de 1 à 1,1 pour 100 de la puissance produite par les moteurs actionnés par les gaz épurés.

Une installation complète d'épuration au moyen de cet appareil a été effectuée récemment à la Königshütte, près de Gleiwitz, dans la Haute-Silésie. Elle comprend deux épurateurs centrifuges épurant chacun 6000 m³ de gaz à l'heure, après leur passage préalable dans un laveur à gradins. Voici quelques caractéristiques de cette installation.

Quantité de gaz épurée à l'heure............	6000 m³
Teneur en poussières à l'entrée des laveurs...	3 g : m³
Teneur en poussières à la sortie de l'épurateur.	0,0145 g : m³
Température de l'eau injectée, à l'entrée.....	14° C.
Température de l'eau injectée, à la sortie....	18° C.
Quantité d'eau injectée........	1,2 l : m³
Puissance motrice nécessaire	20,2 kw
Température des paliers de poussée	41° C.

Epurateur centrifuge axial Flössel. — Les figures 4 à 6 représentent l'appareil de ce type installé à la Gütehoffnungshütte (Oberhausen) pour épurer 20000 m³ de gaz à l'heure.

Il se compose d'une roue cellulaire formée de planchettes entrelacées, à courbures hélicoïdales, réunies et maintenues par des plateaux circulaires ainsi que l'indique le schéma (*fig.* 4). Cette roue tourne à très grande vitesse à l'intérieur d'une enveloppe fixe cylindrique, en fonte, portant à ses extrémités et à sa partie inférieure les tubulures d'entrée et de sortie des gaz :

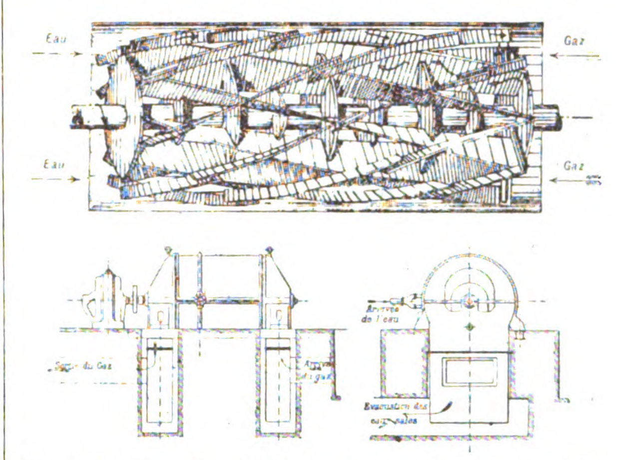


Fig. 4, 5 et 6. — Vue intérieure et ensemble d'un épurateur centrifuge axial Flössel.

ceux-ci devront donc suivre dans l'appareil un chemin théoriquement parallèle à l'axe de la roue cellulaire. L'eau est injectée par deux becs pulvérisateurs. Elle suivra aussi un chemin théoriquement parallèle à l'axe de la roue cellulaire, mais de sens contraire à celui des gaz.

Les essais faits à Gütehoffnungshütte ont donné de très bons résultats. Le lent mouvement axial des gaz à travers l'appareil et la très grande vitesse de rotation de la roue cellulaire favorise la séparation des poussières, car cette séparation, basée sur la force centrifuge, s'accroît avec le carré de la vitesse angulaire. Toutefois la grande complexité du tambour de l'appareil rend difficile sa construction; de plus les cellules peuvent s'engorger sous l'amas des poussières et diminuer ainsi l'action efficace de l'appareil. Mais malgré cette complexité de construction le prix de revient d'une installation de capacité donnée est relativement faible par suite du grand volume gazeux qu'on peut épurer par unité de temps. Ainsi l'installation de Gütehoffnungshütte, capable d'épurer par heure 20000 m³ de gaz jusqu'à une teneur de 0,03 g à 0,05 g de poussières, ou 60000 m³ jusqu'à une teneur de 0,5 g, n'est revenue, y compris le moteur, qu'à 25000 fr.

Des essais comparatifs ont été faits sur cet épurateur, et un épurateur Theisen; en voici les résultats [1].

L'épurateur Theisen, accouplé directement avec son moteur, consomme 100 kilowatts pour épurer 14875 m³ de gaz à l'heure; il faut 2,94 litres d'eau par mètre cube de gaz, et la teneur en poussières de ceux-ci passe de 3,084 à 0,032 g : m³; en moyenne la puissance consommée est de 6,8 kilowatts par 1000 m³ de gaz à épurer à l'heure.

(1) D'après *Stahl und Eisen*, n° 33 du 17 août 1910.

2...

L'épurateur Flössel, commandé par courroie, dépense 81 kilowatts pour épurer 8400 m³ de gaz à l'heure; il faut 2,67 litres d'eau par mètre cube de gaz et la teneur en poussières de ceux-ci passe de 2,3 à 0,012 g : m³; en moyenne la puissance consommée est de 9,7 kilowatts par 1000 m³ de gaz à épurer à l'heure.

Épurateur Hartman. — Dans cet épurateur, représenté schématiquement par les figures 7 et 8, les gaz arrivent par une tubulure centrale, et sont aspirés par un ventilateur à ailettes à travers plusieurs mantelets cylindriques en tôle percés de trous. Entre ces mantelets tournent à grande vitesse les broches d'un percuteur : ces broches sont fixées au même plateau circulaire que le petit ventilateur et placées par rangées concentriques. Par leur rotation ces broches produisent un brassage énergique du mélange eau et gaz. L'eau est injectée dans l'appareil par trois lances fixées aux mantelets; elle frappe contre le plateau circulaire, rejaillit avec force et est projetée par les broches contre les mantelets : ceux-ci sont donc toujours imprégnés d'eau qui les débarrasse des poussières adhérentes. Les poussières humidifiées et plus denses se séparent des gaz sous l'action de la force centrifuge : les eaux boueuses sont évacuées par le bas de l'appareil tandis que les gaz épurés sont refoulés et s'échappent par la partie supérieure.

D'après les données de l'inventeur, les résultats obtenus avec cet appareil sont excellents, tant au point de vue du degré d'épuration obtenue qu'à celui de la quantité d'eau et de la force motrice nécessaires. Toutefois d'après M. Bonnavaud, l'appareil présente quelques inconvénients : au sortir de l'appareil les gaz n'ont qu'une

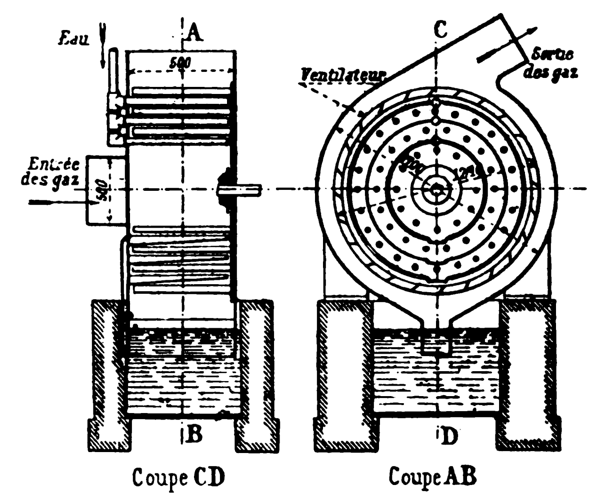


Fig. 7 et 8. — Épurateur centrifuge Hartman.

pression très faible de sorte qu'il faut lui adjoindre un ventilateur si les gaz doivent être envoyés à distance; toute la partie en mouvement est en porte-à-faux sur

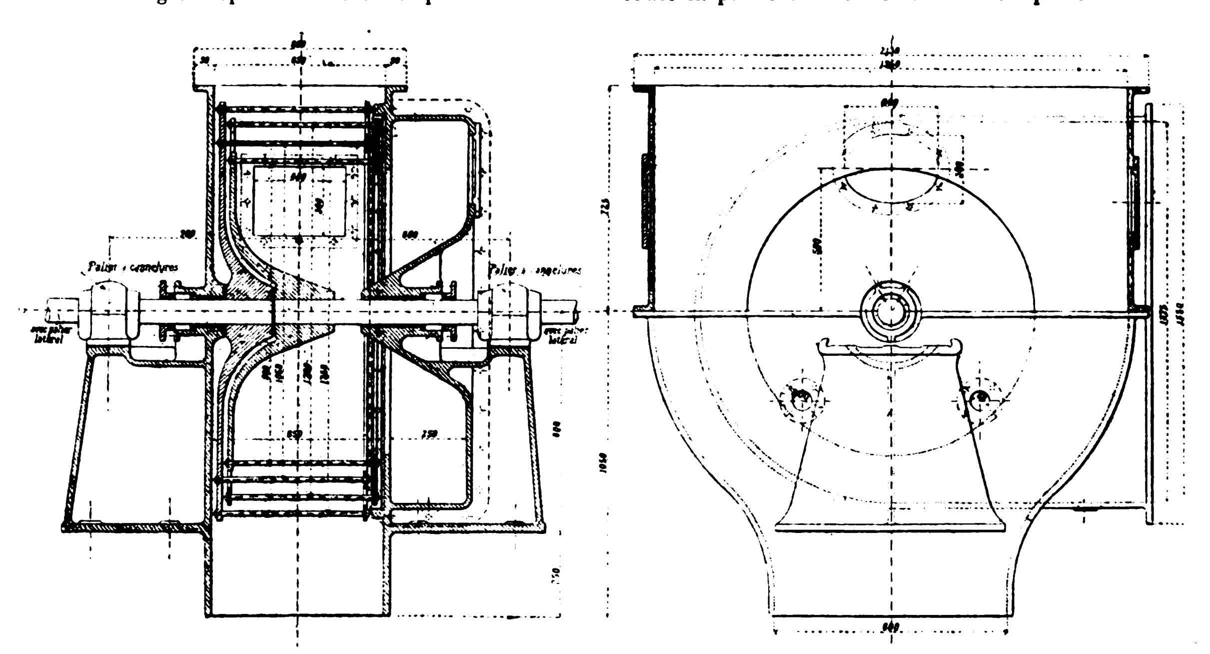


Fig. 9 et 10. — Désintégrateur épurateur Bayer.

l'arbre de commande; les poussières peuvent boucher les trous des mantelets.

Désintégrateur épurateur Bayer. — M. Bayer, inspecteur des machines à Friedenshütte, dans la Haute-Silésie, se basant sur les travaux précédents de M. Hartman, eut l'ingénieuse idée de faire passer le gaz des hauts fourneaux qu'il devait épurer dans un désintégrateur, appareil en tout point semblable à celui employé pour le concassage des charbons et minerais.

Ce désintégrateur comprend deux tambours formés de broches horizontales et réunies par des plateaux circulaires. Ces broches sont placées sur deux rangées concen-



triques dans chaque tambour (*fig.* 9 et 10). Les tambours tournent en sens inverse l'un de l'autre; ils peuvent être directement reliés à leur moteur par accouplement élastique ou commandés par courroies.

Les tambours sont placés à l'intérieur d'une enveloppe en fonte portant les tubulures d'entrée et de sortie des gaz; la partie inférieure est ouverte pour laisser écouler les eaux chargées de poussières. Les gaz bruts arrivent à la partie supérieure du désintégrateur et frappent contre la première rangée de broches qui leur communiquent un mouvement de rotation. Passant à travers ces broches, les gaz rencontrent la deuxième rangée de broches qui tourne en sens inverse. Un mouvement de va-et-vient se produit, les gaz formant ainsi, dans les espaces annulaires entre chaque rangée de broches, des courants et des contre-courants.

L'eau est injectée dans l'appareil par deux lances pulvérisatrices placées de chaque côté, et un peu audessous de l'axe de l'appareil. Sous l'action des broches, l'eau est divisée en particules très fines qui viennent tour à tour en contact avec les différents courants gazeux. Les poussières sont ainsi humidifiées, se séparent des gaz et tombent à la partie inférieure du désintégrateur. Les gaz sont aspirés par un ventilateur qui les refoule dans le séparateur d'eau. Ce ventilateur est totalement indépendant du désintégrateur et ne reçoit aucune injection d'eau.

Des gaz contenant 4 g à 4,5 g de poussières par mètre cube, sont amenés à une teneur de 0,2 à 0,3 g : m³ par un passage au désintégrateur; un nouveau passage dans un second appareil l'abaisse à 0,01 à 0,03 g : m³.

L'installation de Friedenshütte épure 10000 m³ de gaz à l'heure. Ceux-ci arrivent directement des hauts fourneaux, et ne passent dans aucun laveur préalable. La conduite qui les amène a 150 m environ de longueur, et leur teneur en poussières à l'entrée du désintégrateur est de 3 à 4 g : m³. La puissance acquise par le désintégrateur est de 15 kilowatts; le ventilateur qui lui fait suite et refoule les gaz dans un séparateur d'eau à lamelles métalliques absorbe 7,5 kilowatts. L'ensemble des trois appareils tient très peu de place : un rectangle de 2 m × 6 m pourrait les contenir. A leur sortie du séparateur d'eau la teneur des gaz en poussières est de 0,3 à 0,4 g : m²; les gaz sont employés au chauffage de chaudières et de fours à tremper.

Cet appareil présente divers avantages. Il supprime les colonnes laveuses et permet l'arrivée directe des gaz bruts des hauts fourneaux dans le désintégrateur. La puissance motrice nécessaire pour le désintégrateur et le ventilateur n'est que de 1,5 à 2 kilowatts par 1000 m³ de gaz épurés à l'heure. La consommation d'eau est faible : 1,5 litre par mètre cube de gaz. Par contre, il a quelques-uns des inconvénients de l'appareil Hartman : nécessité d'un ventilateur à haute ou moyenne pression si les gaz doivent être envoyés assez loin; porte-à-faux des parties tournantes. En outre, la suppression des colonnes laveuses ne permet pas d'obtenir un refroidissement intensif des gaz. Mais cette suppression donne lieu à une grande économie dans les dépenses d'installation : un désintégrateur pouvant épurer 25000 m³ de gaz à l'heure ne revient qu'à 9500 fr.

Résultats d'essai d'une chaudière « Grille ».

Dans un article récemment publié ([1]) était décrite l'installation de quatre chaudières Grille faite par la Compagnie Thomson-Houston dans son usine de Lesquin-lez-Lille pour les essais de turbines Curtis construites dans cette usine. Ainsi que l'ont montré les résultats d'essais relatés dans cet article, chacune des chaudières, capable d'une production horaire de 2500 kg de vapeur à la pression de 15 kg : cm² à l'allure normale peut donner près de 500 kg de vapeur sous la pression de 13,5 kg : cm² avec tirage activé; dans le premier cas le rendement en kilogrammes de vapeur par kilogramme de charbon brut (briquette d'Anzin) atteignait 9,63 et dans le second 9,03.

Un essai plus récent exécuté sur une installation de deux chaudières de 2100 kg faite à la brasserie Winckler, à Lyon, montre que ces hauts rendements ne sont pas exceptionnels et peuvent être obtenus avec tout autre combustible que la briquette d'Anzin. Voici, en effet, le résultat d'un essai effectué sur l'une de ces chaudières le 24 novembre dernier, par l'Association lyonnaise des propriétaires d'appareils à vapeur :

Surface de grille	2,56 m²
Surface de chauffe	74 m²
Rapport $\frac{\text{surface de chauffe}}{\text{surface de grille}}$	29
Nature du charbon : fines lavées de Villebœuf à 10 pour 100 d'humidité.	
Durée de l'essai	7,46 h
Pression moyenne	12 kg : cm²
Tirage à la cheminée	14 mm
Température des gaz à la sortie de la chaudière	339°
Combustion par mètre carré de grille et par heure	99 kg
Vaporisation par mètre carré de surface de chauffe	29 kg
Rendement par kilog de charbon brut sec	8,44 kg
Rendement par kilog de charbon net	9,7 kg

Comme ces chaudières ont remplacé des chaudières à bouilleurs qui, à l'essai exécuté par l'Association lyonnaise avec du charbon identique, avaient donné 5,89 kg de vapeur à 7 kg : cm² par kilogramme de charbon brut sec, le gain résultant de la substitution est donc de 8,44 moins 5,89, soit 2,45 kg de vapeur par kilogramme de combustible, sans compter que la vapeur est à pression plus élevée. Au prix actuel du combustible, le prix de la tonne de vapeur produite s'est trouvé abaissé de 5,05 fr à 3,65 fr. C'est donc une économie de 1,40 fr par tonne, soit 117,60 fr par jour pour une production horaire de 4200 kg et une marche journalière de 20 heures.

TRANSFORMATEURS DE TENSION.

Réducteurs de tension système L. Neu pour réseaux à courant continu.

Tout le monde est aujourd'hui d'accord sur les avantages incontestables de la basse tension pour l'alimen-

([1]) *La Revue électrique*, t. XIV, 15 novembre 1910, p. 330.

tation des lampes à incandescence à filament métallique au point de vue de leur rendement et surtout au point de vue de leur solidité et de leur bas prix d'achat.

Les tensions qu'il est avantageux d'employer pour ces lampes sont notablement inférieures à celles des réseaux des distributions urbaines. De là l'intérêt d'appareils abaisseurs de tension, simples et de bon rendement, à interposer entre les canalisations principales et les lampes.

Pour le courant alternatif, la solution industrielle a depuis longtemps été indiquée par M. Blondel sous la forme de petits transformateurs, que M. Weissmann a popularisés sous le nom d'économiseurs.

Pour le courant continu la question est moins avancée.

On peut signaler dès à présent les deux méthodes suivantes :

1° Si l'on interpose entre une lampe à incandescence et un réseau à courant continu un interrupteur rapide ne laissant passer le courant qu'une fraction de temps, il y aura pour cette lampe un abaissement apparent de la tension du réseau, parce que la quantité d'énergie qu'absorbera la lampe sera égale au produit de celle qui y passerait si l'interrupteur n'existait pas, par la racine carrée du rapport entre le temps de fermeture et la durée d'oscillation de l'interrupteur.

Pour que le filament ait un éclairement fixe, la fréquence de l'interrupteur devra être suffisamment élevée.

Une des formes les plus simples à donner à l'interrupteur consiste en une lame vibrante entretenue en mouvement par le courant lui-même, mais ce type d'interrupteur ne permet pas de réaliser pratiquement des rapports entre le temps de fermeture et la période notablement supérieurs à $\frac{1}{4}$, ce qui par conséquent conduit à un abaissement de tension seulement de moitié.

Ce résultat n'est pas suffisant pour la plupart des cas et, si l'on veut obtenir un abaissement beaucoup plus grand, il suffit d'adjoindre à l'interrupteur rapide un transformateur analogue à ceux employés pour le courant alternatif; car le courant continu vibré produit par cet interrupteur est parfaitement convenable à l'excitation du primaire d'un transformateur.

La lampe à bas voltage est alors branchée sur le secondaire du transformateur qui peut également être connecté en auto-transformateur.

Il se présente une difficulté pratique dans le fonctionnement d'un tel appareil; c'est la destruction rapide des contacts du trembleur par les étincelles.

L'emploi bien connu d'un condensateur branché aux bornes du trembleur ne résout qu'imparfaitement la question, amenant seulement une diminution de l'importance des étincelles, mais non leur suppression.

Cette persistance des étincelles est due au fait suivant : au moment de l'ouverture du courant, le condensateur se charge par l'extra-courant du primaire, et au moment de la fermeture le condensateur se décharge et toute l'énergie qui y a été accumulée se dissipe sous forme d'étincelles chaudes entre les contacts du trembleur.

Pour réduire cette étincelle à une valeur insignifiante, il suffit de monter en série avec le condensateur une résistance un peu élevée.

Cette résistance n'empêche en aucune façon le condensateur de se charger au moment de l'ouverture de l'interrupteur, alors qu'à la fermeture la majeure partie de l'énergie accumulée dans le condensateur est absorbée par la résistance, et les contacts du trembleur restent intacts.

On arrive encore plus simplement au même résultat en branchant le condensateur seul aux extrémités mêmes du primaire du transformateur; l'extra-courant d'ouverture de ce primaire charge le condensateur qui, immédiatement après, se redécharge à travers ce même enroulement et les contacts du trembleur restent également intacts.

Cette dernière façon de faire a de plus l'avantage de récupérer l'énergie accumulée dans le condensateur.

Le rendement de ces appareils est excessivement élevé, car en dehors des pertes du transformateur proprement dit il n'y a en plus que l'énergie nécessaire à entretenir la vibration de la lame qui n'est qu'une fraction de watt.

2° On sait que la quantité d'énergie, emmagasinée dans un condensateur et par conséquent récupérable à très peu près à sa décharge, est proportionnelle à sa capacité et au carré de la tension de la source avec laquelle on le charge.

Donc si l'on interpose entre un réseau courant continu et une lampe à bas voltage un condensateur et un interrupteur-commutateur rapide à deux directions, connecté de façon que, dans une de ses positions, le condensateur soit mis en charge sur le réseau et que, dans l'autre, le condensateur soit déchargé à travers la lampe, il en résultera qu'on sera maître de la quantité d'énergie qui traversera la lampe dans l'unité de temps; parce que, pour une tension donnée de la source, cette énergie sera fonction de la capacité du condensateur employé et de la fréquence du commutateur.

Par un choix judicieux de ces deux éléments on pourra donc amener la lampe à consommer la quantité d'énergie voulue pour qu'elle ait l'éclat désiré.

Ce commutateur est avantageusement constitué par une lame dont la vibration est entretenue par le courant même.

Comme dans le premier dispositif, il faut bien entendu que le commutateur ait une fréquence suffisante.

Avec des lames vibrantes on arrive facilement, en pratique, à une fréquence d'environ 100 oscillations par seconde, ce qui permet pour l'une ou l'autre de ces deux méthodes, l'emploi de transformateurs ou de condensateurs de très faibles dimensions, et donne à la lumière une excellente fixité même pour des lampes de très faible intensité.

A l'Exposition de Bruxelles figurait dans la Section française un appareil du premier type alimentant sur la distribution à courant continu à 220 volts une lampe à filament métallique de 10 bougies 10 volts.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

SURTENSIONS.

Les soupapes électriques et les condensateurs offrent-ils une protection effective contre les surtensions ? [1].

Avant d'aborder cette question, l'auteur expose son point de vue sur les surtensions qu'il classe en surtensions d'origine extérieure et surtensions d'origine intérieure.

I. Surtensions d'origine extérieure. — Elles sont dues la plupart à des influences atmosphériques et se distinguent en surtensions fixes et oscillantes. Les premières, plus connues sous le nom de *charges statiques*, résultent d'une accumulation plus ou moins grande d'électricité sur la ligne qui prend ainsi, avec les appareils qui y sont connectés, un potentiel de plus en plus élevé et qui dépend d'ailleurs de la valeur de l'isolement du réseau considéré.

Les surtensions oscillantes d'origine extérieure sont provoquées soit par les coups de foudre directs, soit par les phénomènes concomitants. D'après la statistique actuelle, assez rares sont les installations qui ont eu à souffrir des coups de foudre; il n'y a d'ailleurs contre eux aucun palliatif réellement efficace. Par contre, les accidents survenus à la suite de décharges atmosphériques sont très fréquents; celles-ci agissent quelquefois par induction électromagnétique quand l'éclair éclate parallèlement au conducteur, mais plus souvent par induction électrostatique. Les phénomènes qui se manifestent alors sont absolument différents les uns des autres, suivant l'isolement du réseau par rapport à la terre. Supposons d'abord cet isolement parfait. Avant que jaillisse l'éclair, la tension de la ligne par rapport à la terre croît peu à peu et son maximum se détermine approximativement d'après la position du conducteur par rapport aux nuages, l'éclair et la terre, soit 1 pour 100 de la tension entre nuage et terre, en prenant pour hauteurs des nuages de 500 m à 1000 m. L'existence de cette tension induite ne correspond pas encore à une accumulation d'électricité; mais si un arc se forme entre le conducteur et la terre par un point présentant un mauvais isolement, une charge apparaît d'autant plus grande que le court-circuit formé par l'arc aura été meilleur. La tension induite diminue proportionnellement. Quand l'éclair éclate, la ligne prend de nouveau une surtension limitée par la charge accumulée maintenant dans son ensemble. Dans les cas les plus défavorables, cette deuxième surtension atteindra au plus le premier maximum. Donc tout coup de foudre, produit dans le voisinage d'un réseau parfaitement isolé, met son isolement deux fois en danger et à intervalles très rapprochés.

Mais si l'isolement est faible ou s'il existe une terre artificielle, il ne se forme plus de tension induite, car la ligne se décharge d'une façon continue; c'est après le coup de foudre seulement qu'une tension se manifeste; dans ce cas donc, l'isolement n'est exposé qu'une seule fois.

II. Surtensions d'origine intérieure. — Elles sont toujours de nature oscillante, car elles prennent naissance dans des systèmes dont la résistance, pour des raisons économiques, est toujours très faible.

Elles se subdivisent en surtensions temporaires et surtensions permanentes. Les premières sont de beaucoup les plus fréquentes et se manifestent sous forme d'oscillations libres ou oscillations forcées, quand on provoque une variation quelconque dans l'état électrique ou magnétique du réseau : couplage et découplage d'appareils, rupture de courts-circuits, étincelles de décharges sans résistance d'amortissement. Quand le réseau est de peu d'étendue et que sa capacité devient comparable à celle d'un condensateur ordinaire, tout se passe au point de vue des surtensions comme dans le circuit oscillant de Thomson. Le réseau est alors le siège d'oscillations libres dont l'amplitude dépend de la tension de distribution, mais dont la fréquence est fonction de la capacité du réseau et de l'inductance des générateurs et des récepteurs. La surtension ne dépassera jamais le double de la tension de distribution.

Les longues lignes de distribution et les enroulements des appareils à haute tension ne sont plus assimilables à de simples condensateurs ou à des bobines de réactance; il faut les considérer comme un ensemble à capacité et inductance uniformément réparties. L'électricité s'y propage sous formes d'ondes susceptibles d'atteindre toutes les parties de l'installation et tous les enroulements des appareils. Les phénomènes sont analogues à ceux dus aux surtensions oscillantes d'origine extérieure. Par suite des réflexions multiples des trains d'ondes, il est difficile d'assigner une limite supérieure des surtensions; dans ce cas, on a des oscillations forcées dont le grand danger réside dans la possibilité d'une résonance.

Les surtensions « permanentes » d'origine intérieure sont toujours liées à des oscillations forcées, car les

2.....

(1) F. Schrottke, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 5 et 12 mai 1910, p. 443 et 467, 22 col., 27 fig. avec oscillogrammes. — Cet article est une réponse ou plutôt une critique de la communication de M. Wohlleben (voir *La Revue électrique*, 15 déc. 1910, p. 447) sur l'emploi des condensateurs et des soupapes électriques. Nous avons également repris quelques observations présentées par l'auteur à l'Assemblée annuelle du Verband Deutscher Elektrotechniker, à Erfurt, les 12 et 13 juin 1908, à propos des communications suivantes qui se rattachent plus ou moins à la question des surtensions :

C. Feldmann, *Causes, effets et remèdes contre les surtensions* (*E.T.Z.*, 18 et 25 juin, 2, 9 et 16 juillet 1908, p. 605).

Iwan Döry, *Analogies entre les surtensions électriques et hydrauliques* (*E.T.Z.*, 16 juillet 1908, p. 686).

Wagner, *Oscillations libres sur les longues lignes électriques* (*E.T.Z.*, 23 juillet 1908, p. 707).

Karl Kuhlmann, *Considérations sur la protection et la sécurité contre les surtensions* (*E.T.Z.*, 12 et 19 novembre 1908, p. 1095).

réseaux électriques où elles se produisent ne peuvent donner naissance à des oscillations libres; elles correspondent plutôt à un état anormal de l'installation; on s'en affranchit par des modifications apportées dans celle-ci et, mieux encore, en les prévoyant déjà en établissant le projet de l'installation. Il n'existe contre elles aucun dispositif de protection efficace.

III. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES PARAFOUDRES. — De l'avis de l'auteur, le meilleur appareil de sécurité est le parafoudre à cornes combiné à une résistance d'amortissement appropriée; on ne le dispose plus aujourd'hui sur les poteaux à l'air libre, mais dans des chambres spéciales. Il condamne absolument le parafoudre à rouleaux et le parafoudre électrolytique; les soupapes en aluminium sont susceptibles de rendre des services, mais comme auxiliaires d'un autre dispositif. En effet, la mince couche d'oxyde qui recouvre les électrodes ne se conserve pas telle que la livre le fabricant; sous l'action répétée des décharges elle se troue rapidement et se transforme en une simple résistance liquide. Pour obvier à cette altération, il faudrait tous les jours, pendant 5 minutes, appliquer à la soupape la tension totale du réseau [1], et encore cette précaution deviendrait-elle insuffisante si la couche était fortement entamée par l'effet d'une violente décharge, car il n'y aurait plus alors à escompter une nouvelle formation. Quand des condensateurs sont couplés en série, les mauvais détruisent les bons; la même chose a lieu avec les soupapes. En résumé, celles-ci ne pourront servir qu'à limiter le courant de décharge d'un autre appareil de protection.

Un condensateur ne constitue pas un dispositif efficace contre les surtensions fixes, d'origine statique. Il permet seulement une accumulation plus grande d'électricité sur la ligne sans que la tension ne dépasse une valeur déterminée; si cependant, pour une raison quelconque, une décharge brusque se produit, il en résulte des oscillations d'autant plus actives qu'elles sont entretenues maintenant par un réservoir de grande capacité. Les appareils à action continue conviennent seuls dans ce cas : déchargeurs à jet d'eau et bobines de réactance de construction appropriée. On peut limiter les surtensions oscillantes, consécutives à un coup de foudre, par l'adjonction d'un condensateur bien calculé; car ces surtensions se manifestent sur la ligne après que celle-ci a déjà pris une certaine charge et leur intensité ne dépend ainsi que de la capacité de la ligne par rapport à la terre. Si l'on augmente cette capacité au moyen d'un condensateur dont l'état électrique n'est pas influencé par les phénomènes antérieurs au coup de foudre, il en résultera une diminution de la surtension proportionnelle à l'augmentation de capacité. Cette solution, théoriquement vraie, présente des difficultés dans la pratique à cause d'abord du prix élevé des condensateurs de grande capacité qui sont nécessaires et, d'autre part, parce qu'on augmente aussi le courant de charge de l'installation, ce qui est souvent une source d'autres inconvénients. Ce qui précède est applicable aux surtensions d'origine intérieure quand la ligne a un développement assez étendu pour qu'on puisse considérer l'électricité comme se propageant sous forme d'ondes. L'intercalation d'un condensateur convenable introduit un décalage de phase dans la réflexion des ondes qui amortit les surtensions. Ici encore on est gêné par la grandeur de la capacité à introduire comme pour les surtensions extérieures.

Si le réseau est peu étendu, les oscillations satisfont alors aux formules de Thomson; une capacité auxiliaire aura pour effet de diminuer leur fréquence, mais en même temps elle augmentera l'énergie des surtensions. Dans ce cas donc, on doit considérer son intervention plutôt comme dangereuse. Elle ne sera réellement efficace que contre les ruptures brusques de courts-circuits ou quand on découple un appareil ayant une inductance notable; comme tous les autres dispositifs de sécurité remplissent le même but, en particulier les parafoudres à cornes avec résistance d'amortissement, on peut encore se passer de condensateurs.

IV. RÉPONSE A LA COMMUNICATION DE M. WOHLLEBEN. — L'article de M. Schrottke contient deux parties : l'une où il expose l'ensemble des critiques qu'il croit pouvoir formuler contre la communication de M. Wohlleben, l'autre est un plaidoyer en faveur du parafoudre à cornes d'autant plus intéressant qu'il est illustré d'un grand nombre d'oscillogrammes.

1. Les parafoudres à cornes n'ont jamais été utilisés contre les charges statiques; ce rôle est uniquement rempli par les déchargeurs liquides et les points neutres à la terre.

Il n'y avait donc aucune raison pour étudier leur action dans ces circonstances. Pour tous les autres dispositifs de sécurité, il ne s'agit pas non plus de dériver à la terre de l'énergie électrique ou magnétique ayant pris une forme dangereuse pour l'installation, mais de la dégrader d'une manière quelconque, le plus souvent en chaleur.

C'est à Kennelly que nous devons la formule

$$E = I\sqrt{\frac{L}{C}}$$

établissant une relation entre la surtension et le courant dans un circuit à capacité et self-induction localisées qui est ouvert brusquement; elle n'est valable que si la rupture a eu lieu avant que l'onde perturbatrice ait atteint l'extrémité de la ligne. En pratique, cela revient à supposer la rupture rigoureusement instantanée ou à donner à la ligne une longueur infinie. Ces conditions ne sont jamais réalisées. Admettons pour la durée de la rupture $\frac{1}{50}$ de seconde; comme l'électricité se propage avec une vitesse comprise entre 100 000 et 300 000 km : s, selon qu'il s'agit de câbles ou de conducteurs nus, la pertubation aurait déjà parcouru de 2000 à 6000 km avant la fin de la manœuvre de rupture. En comparaison de ces distances, on peut considérer comme très petits les espacements maximum de 50 km fixés entre postes de protection. Dans ces conditions la formule de Kennelly n'est plus valable, car pendant la rupture même il s'est déjà produit plusieurs réflexions qui ont abaissé la tension de l'onde perturbatrice bien au-dessous

(1) L'Allgemeine Electritäts Gesellschaft construit ses soupapes en aluminium associées à des interrupteurs qui permettent de les coupler au réseau pour la reformation, ou de les mettre dans la position normale de service ou de les séparer complètement du réseau.

de la valeur calculée par la formule (¹). L'expérience a d'ailleurs montré qu'il en était toujours ainsi quand les interrupteurs à huile avaient fonctionné normalement. Le facteur de réduction établi d'après le raisonnement de M. Wohlleben n'a donc plus aucun sens.

2. *Influence des orages.* — Pour expliquer l'influence des décharges atmosphériques, MM. Giles et Wohlleben admettent qu'elles donnent lieu à des oscillations forcées de très haute fréquence. De plus, pour justifier la comparaison avec les phénomènes de télégraphie sans fil, ils supposent que les éclairs éclatent parallèlement à la ligne. Cette forme est plutôt rare et nous conduirait à cette conclusion que rares également devraient être les perturbations constatées sur la ligne par rapport aux nombreux éclairs qui se produisent pendant un orage. L'expérience prouve le contraire. La longueur des éclairs horizontaux n'implique pas nécessairement une très grande différence de potentiel entre les deux nuages; elle résulte d'une ionisation particulière de l'atmosphère.

Admettons pour distance du nuage à la ligne 1 km; alors toute l'énergie de l'éclair est répartie sur une sphère de 1 km de rayon, soit 12 km^2 de surface; cette sphère découpe sur la ligne une section de 1 cm^2 environ, ce qui revient à dire que celle-ci draine à peine $\frac{1}{6000000}$ de l'énergie totale de l'éclair, car il faut tenir compte de la perte due au voisinage de la terre et à l'absence de syntonie entre le transmetteur et le récepteur.

Aujourd'hui on considère l'influence des orages comme ne s'exerçant que par induction électrostatique, laquelle n'excite en général que des oscillations libres, c'est-à-dire des oscillations dont la fréquence dépend principalement des constantes du réseau.

D'après un travail déjà cité de F. Emde (*La Revue électrique*, 15 déc. 1910, p. 448), la fréquence de l'éclair doit être comprise entre 2000 et 8000 p : s; nous sommes donc loin des 100 000 à 1 000 000 p : s, que lui attribuent MM. Giles et Wohlleben ! Ces auteurs sont arrivés à ces nombres par une interprétation assurément erronée de la cause des signaux enregistrés par les postes de télégraphie sans fil en temps d'orage; car, dans ce cas particulier, il n'est pas nécessaire que l'oscillateur (éclair) et le récepteur (la ligne) soient acccordés entre eux. En effet, les phénomènes atmosphériques se manifestent par des chocs ou des impulsions électriques, et dans ce mode spécial d'excitation, soit d'un circuit fermé, soit d'une antenne, ceux-ci vibrent avec leur oscillation propre (¹); il n'existe donc aucune corrélation entre les périodes du primaire (éclair) et du secondaire (ligne). Les lois régissant ces impulsions électriques sont très différentes de celles des ondes stationnaires; une bobine de réactance, par exemple, aura une influence considérable sur les premières, tandis qu'elle sera presque sans action sur les secondes.

3. *Le condensateur employé comme dispositif de protection.* — La fusion des plombs dont parlent MM. Giles et Wohlleben ne prouve en rien l'existence de courants de haute fréquence. L'auteur a trouvé une explication de ce phénomène dans une petite installation dans laquelle on avait mis en dérivation, sur un condensateur, un parafoudre Konus à ruptures multiples, ce qui a constitué un circuit oscillant très efficace pour la production de hautes tensions. De même tout isolateur brisé, où éclatent des étincelles, place le condensateur dans des conditions identiques, et il est plus que probable que, dans bien des cas, la présence de cet appareil lui-même a été la cause d'oscillations de haute fréquence; c'est une des nombreuses raisons pour lesquelles l'auteur prohibe l'usage du condensateur comme dispositif de sécurité. Quand on veut l'appliquer contre les surtensions extérieures, il peut arriver, quand sa capacité est un multiple de la capacité de la ligne, qu'il se produise un nœud de l'onde de surtension au point de raccordement; il y a alors réflexion avec changement de signe; l'onde est rejetée sur le réseau et son énergie se dissipe lentement en chaleur dans la faible résistance de la ligne. Dans le cas des surtensions intérieures, le condensateur augmente la capacité du système oscillant en même temps que l'énergie potentielle des oscillations; son emploi constitue alors un véritable danger, et, pour les surtensions extérieures, quand sa capacité est suffisamment grande, il ne protège que son point de jonction avec la ligne. Enfin, c'est un fait bien connu que tout condensateur en dérivation sur un interrupteur diminue la durée de rupture du courant et que, par conséquent, les surtensions résultantes sont par là même encore considérablement exagérées.

(¹) Iwan Döry, dans un article publié dans *Elektrotechnik und Maschinenbau*, du 31 janvier 1909 et dont nous donnerons prochainement une analyse, a étudié complètement ces phénomènes. Citons un de ses résultats. Sur une ligne de 45 km de longueur, pour laquelle $\sqrt{\frac{L}{C}} = 600$, on coupe un courant de 300 ampères en $\frac{1}{1000}$ seconde. On a

$$E \text{ max.} = 300\sqrt{\frac{L}{C}} = 300 \times 600 = 180\,000 \text{ volts.}$$

Du temps zéro au temps 3.10^{-4} seconde, la tension croît progressivement jusqu'au maximum 54000 volts, c'est-à-dire 30 pour 100 du maximum théorique 180 000 volts. Après une nouvelle période de 3.10^{-4} seconde, elle est revenue à zéro; puis remonte à 54000 volts, pendant la période de 3.10^{-4} seconde suivante, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il se soit écoulé $\frac{1}{1000}$ seconde qui marque la rupture complète. Alors la surtension oscille entre les limites $\pm$ 36000 volts = 20 pour 100 de E max. Avec une durée de rupture de $\frac{1}{100}$ seconde, la surtension maximum n'est plus que 5400 volts. Etendant son étude au cas où un condensateur est relié à la ligne, l'auteur arrive à cette conclusion que, suivant la durée de rupture, ou le condensateur offre une protection à peine sensible, ou il devient dangereux.

(¹) Les ouvrages allemands désignent ce procédé d'excitation par l'expression « Stosserregung » : excitation par choc ou impulsion. Expliquons son principe pour bien faire comprendre le texte. On désire produire, dans un circuit secondaire sans éclateur, des oscillations qui vibrent indépendamment du circuit excitateur primaire, c'est-à-dire avec l'amortissement et la périodicité propres du secondaire; on emploie alors l'excitation par impulsion consistant à amortir très fortement le circuit primaire pourvu d'un éclateur.

On sait que dans les systèmes couplés ordinaires, le secondaire est le siège de deux ondes de périodes différentes; dans les conditions particulières d'un primaire très amorti, ces deux ondes sont effacées et remplacées par une onde unique caractérisée par un amortissement très faible et une période qui est celle du secondaire. Il y a alors une latitude très large pour la syntonisation.

4. *La résistance d'amortissement.* — La valeur de 600 ohms attribuée par MM. Giles et Wohlleben à l'impédance d'un réseau aérien ne s'applique, en réalité, qu'à un conducteur unique, ouvert. La formule qui donne cette impédance dans le cas d'une ligne triple et en tenant compte de l'inductance propre des générateurs et des récepteurs est bien plus compliquée; on peut même affirmer qu'il n'existe pas encore de solution exacte de ce problème. Sans revenir sur l'emploi erroné de la relation de Kennelly qui a conduit ces auteurs à une formule de réduction donnant à peine un abaissement de 20 pour 100 de la surtension quand on fait usage d'un parafoudre à cornes, il convient de remarquer que l'installation de ces appareils de sécurité n'exige pas une résistance d'amortissement aussi considérable qu'on le prétend; car les parafoudres à cornes n'éveillent pas de surtensions consécutives à la rupture de leur propre courant à cause précisément du trainage dans l'extinction de l'arc qui est leur qualité caractéristique. Il suffit donc d'intercaler entre le parafoudre et la terre une résistance comprise entre 600 et 1000 ohms. On trouvera plus loin des oscillogrammes montrant nettement l'action d'un parafoudre à cornes sur un réseau et l'influence de la résistance d'amortissement.

5. *Critique des expériences* (*voir* 15 déc. 1910, p. 450). — Dans l'expérience III, on a tenté de montrer que le parafoudre lui-même est susceptible de provoquer des surtensions et, dans l'expérience IV, que la soupape électrique n'en produit jamais. Or le succès de ces expériences provient uniquement du choix judicieux des résistances additionnelles. D'après la description, elle serait de 2000 ohms pour la soupape; il n'y a aucune indication sur celle du parafoudre; mais il est plus que probable que si l'on invertit ces résistances, on constatera des phénomènes inverses de ceux signalés par les auteurs. Les deux premières expériences ne sont pas plus démonstratives; elles établissent qu'une inductance, une résistance et une capacité sont trois entités physiques différentes, ce que nous savions depuis longtemps. En définitive, ces quatre essais ne répondent à aucun cas pratique; comme on l'a remarqué plus haut, il ne faut pas perdre de vue qu'en réalité il n'y a rien à dériver ou détourner, mais seulement de l'énergie à détruire.

6. *Examen d'un accident survenant sur un réseau alternatif en charge.* — L'auteur considère une distribution à courant alternatif où une génératrice alimente un conducteur aérien ou un câble. Par exemple, une terre se

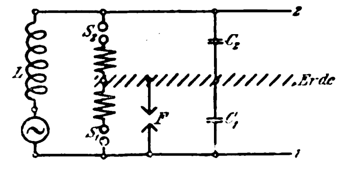


Fig. 1. — Schéma d'un réseau à courant alternatif simple sur lequel se produit un défaut F.

produit par suite de la rupture d'un isolateur sur le tableau de distribution; au début les étincelles sont d'abord intermittentes; elles augmentent peu à peu et finissent par détruire l'isolateur, ce qui a pour conséquence une mise à la terre franche; il s'établit alors un nouveau régime, stable bien qu'anormal. La figure 1 donne le schéma de ce cas particulier. Le défaut F crée deux circuits oscillants, le premier constitué par le conducteur 1 seul; le second, par le conducteur 2 et la génératrice L (circuit principal). Ce dernier est le seul intéressant; l'énergie perdue, par suite du défaut F, est loin d'être négligeable; pour un réseau triphasé à 10 000 volts et 50 périodes par seconde, elle s'élève à 160 kilowatts. Les oscillations persistent dans les deux circuits aussi longtemps que le défaut ne s'est pas transformé en un court-circuit franc. Les dispositifs de sécurité contre les surtensions auront alors un double rôle à remplir : amortir les oscillations et réduire la période de transition, c'est-à-dire le passage du court-circuit faible au court-circuit franc. On devra donc équiper l'installation de deux dispositifs de protection S_1 et S_2; comme on le voit, le courant traversant F passe par le fusible S_2, en sorte qu'il nous est loisible de simplifier le schéma 1 en ne conservant que le circuit oscillant principal comme l'indique la figure 2. On se propose d'évaluer la grandeur de la

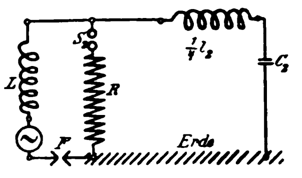


Fig. 2. — Simplification du schéma 1 où l'on ne conserve que le circuit oscillant principal.

résistance d'amortissement en tenant compte toutefois de la self-induction l_2 du conducteur 2. Le problème n'a pas encore reçu de solution en supposant que le conducteur et la génératrice forment un ensemble à capacité et self-induction uniformément réparties. L'auteur fait donc abstraction de la capacité de l'enroulement de la génératrice et admet que la capacité du conducteur est concentrée au quart de sa longueur. L'adjonction du protecteur S_2 a créé, à côté du circuit principal FCL, un deuxième circuit oscillant $S_2 RC_2 \frac{l_2}{4}$. Pour une limite bien déterminée de R, à savoir

$$R \leqq \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C_2}\,\frac{1+5\frac{l_2}{L}-\frac{1}{2}\left(\frac{l_2}{L}\right)^2+\sqrt{\left(1-2\frac{l_2}{L}\right)^3}}{2\left(1+\frac{l_2}{4L}\right)^3}},$$

il y aura amortissement des oscillations, sous la condition que les self-inductions satisfassent à la relation

$$\frac{l_2}{L} < \frac{1}{2}.$$

M. Schrottke insiste sur l'importance de cette relation qui s'est trouvée confirmée pour toutes les installations qu'il a étudiées. On peut avoir des valeurs approchées de R en cherchant les conditions d'amortissement pour chaque circuit séparément; on trouve ainsi :

Pour le circuit 1

$$R \geqq \frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C_2}};$$

pour le circuit 2

$$R \geqq \sqrt{\frac{l_2}{C_2}};$$

ou encore, si l'on se contente d'un amortissement abaissant le deuxième maximum de l'onde de surtension à la moitié du premier et le troisième, à 13 pour 100 :

$$1\ R \geqq 2,5\sqrt{\frac{L}{C_2}},$$

$$2\ R \geqq \frac{1}{5}\sqrt{\frac{l_2}{C_2}}.$$

Entre ces limites se trouvent tous les cas possibles en pratique. Si le dispositif de sécurité est un condensateur, il ne faut pas espérer obtenir un amortissement, car le condensateur lui-même oscille et accroît ainsi l'énergie mise en jeu par les surtensions.

Pour réduire la durée de la période de transition, ou, ce qui revient au même, pour amener le défaut F dans un état tel qu'il ne soit plus nuisible pour l'installation, il faut que le courant traversant le dispositif de sécurité puisse agir assez longtemps sur ce défaut; la résistance d'amortissement doit donc avoir une grande capacité calorifique, sans quoi elle risque d'être détériorée avant qu'on soit arrivé au court-circuit franc, c'est-à-dire avant que la cause même provoquant les surtensions ait été écartée. La faible capacité calorifique des résistances usuelles en carborundum, ohmit et autres explique leur mauvais fonctionnement. Conviennent seules les résistances à huile ou à filet d'eau, qui ont jusqu'ici pleinement répondu à leur fonction. Dans la perturbation considérée, il est clair encore qu'on ne peut faire état des dispositifs de sécurité dont l'efficacité est basée sur la rupture instantanée de leur propre courant dans l'intervalle d'une demi-période; tels sont les parafoudres à rouleaux et leurs succédanés, les déchargeurs électrolytiques et les soupapes électriques. Les oscillogrammes publiés plus loin apporteront la preuve de ces affirmations. On s'est accoutumé jusqu'ici à considérer les surtensions comme des phénomènes rapides, tandis qu'en réalité, dans la pratique, on rencontre des surtensions de très longue durée et mettant en jeu de grandes quantités d'énergie; contre les surtensions ordinaires, d'allure instantanée, les appareils conformes aux prescriptions du Verband Deutscher Elektrotechniker offrent une sécurité suffisante.

Dans le paragraphe suivant, l'auteur préconise encore l'emploi des résistances à huile, pourvu qu'elles soient construites dans de bonnes conditions. En particulier, les Siemens-Schuckertwerke ont apporté de grands perfectionnements à leur fabrication, notamment par l'adaptation d'un régulateur de température qui met hors circuit la cuve à huile dès que le liquide a atteint une température voisine de 200° C.; ceci exige un fonctionnement continu de 5 à 10 minutes, pendant lesquels la résistance subirait plus de 1000 décharges, nombre plus que suffisant pour étouffer les surtensions.

7. *Les soupapes électriques.* — Dans leur essence, ces appareils ne sont autre chose que des parafoudres à plaques avec résistance. Elles présentent tous les caractères des éclateurs multiples, dont le défaut capital, qui serait une qualité pour la télégraphie sans fil, consiste dans la rupture brusque du courant qui les traverse. Cette action rapide n'est pas accidentelle, mais bien une propriété recherchée. MM. Giles et Wohlleben insistent sur la facilité avec laquelle leurs soupapes peuvent amortir les surtensions dans moins d'une demi-période du courant normal; ils le confirment d'ailleurs à l'aide de courbes oscillographiques. Or, l'auteur oppose à ceux-ci d'autres oscillogrammes (publiés plus loin), montrant les dangers consécutifs à une rupture s'étendant sur moins d'une demi-période. Il étudie ensuite la résistance de ballast d'une soupape électrolytique. Cette résistance, d'environ 2000 ohms, est constituée par un fil de 0,2 mm de diamètre enroulé à la manière d'une bobine de réactance sur un tube de micanite de 50 mm de diamètre et 200 mm de longueur; elle a une très faible capacité calorifique, et il n'est pas douteux que des soupapes électriques subissant tout le cycle des phénomènes concomitants d'une surtension, comme par exemple une terre intermittente, n'échapperait pas à une destruction certaine, et il est étonnant que cet accident n'ait pas encore été observé en pratique; on en trouve peut-être l'explication dans ce fait que les soupapes sont protégées par des fusibles très sensibles qui sautent sous 3,5 à 4 ampères. Celles construites pour 1000 volts sont munies d'une résistance de 2000 ohms qui laisse donc passer 5 ampères au moment de la formation d'une terre; mais alors les fusibles fondent et la soupape se trouve ainsi soustraite à toute détérioration. A ce moment, on constate un résultat bien inattendu; la soupape semble être en activité, tandis qu'il faut un œil très exercé pour reconnaître la disparition du fusible; le fil d'argent de 0,07 mm de diamètre en fondant, forme avec le bourrage une espèce de glaçure, de conductivité très faible, mais cependant suffisante pour laisser passer des étincelles à l'éclateur de la soupape. La soupape donne ainsi l'illusion d'une activité dont elle n'est pas capable, en sorte qu'elle joue plutôt le rôle d'indicateur de surtensions que d'appareil de protection.

V. Résultats d'essais effectués sur une ligne artificielle de 9 km. — Dans cette cinquième partie de son travail, l'auteur cherche à confirmer son point de vue par des expériences appropriées. Une génératrice de 100 kilowatts charge une ligne de 9 km de longueur à 10 000 volts et 50 p : s. La capacité de la ligne est de 0,067 microfarad et son coefficient de self-induction 0,0095 henry. La self-induction de la génératrice s'élevait à 0,17 henry dans le cas de surtensions. De ces données on déduit pour la résistance d'amortissement du parafoudre 800 ohms environ. Remarquons encore que l'isolement de la ligne était conforme aux prescriptions de Pupin, ce qui permettait jusqu'à un certain point de produire les harmoniques d'ordre supérieur.

A l'origine de la ligne était ménagée une terre artificielle, à étincelles intermittentes, constituée soit par un éclateur simple, un parafoudre à rouleaux ou encore un éclateur à discontinuités multiples, dispositifs qui donnaient tous à peu près les mêmes résultats. Le montage correspondait à celui de la figure 2, avec cette différence

que l'appareil de sécurité était placé soit derrière, soit avant le défaut. On a ainsi relevé plus de 200 oscillogrammes dont nous publions ci-dessous les plus remarquables.

1. *Essais sans dispositif de sécurité.* — La figure 3 montre la courbe de tension de la génératrice à vide et la figure 4, celle prise sur la ligne en charge. Aussitôt que le défaut entre en activité, ces deux courbes se modifient en celles données figure 5 et figure 6, tandis que l'oscillogramme figure 7 est pris au défaut lui-même. Pour celle-ci

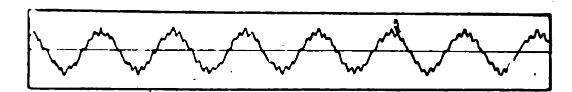


Fig. 3. — Courbe de tension de la génératrice à vide.



Fig. 4. — Courbe de tension de la ligne sous charge.

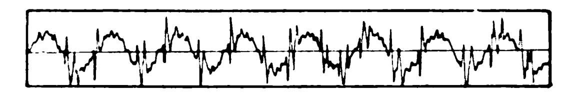


Fig. 5. — Déformation de la courbe de tension de la génératrice sous l'action des surtensions excitées par le défaut.

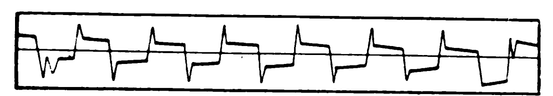


Fig. 6. — Déformation de la courbe de tension de la ligne sous l'action des surtensions excitées par le défaut.

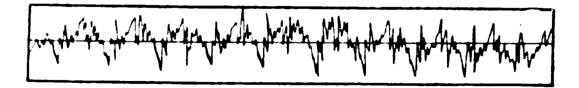


Fig. 7. — Courbe de tension au défaut.

l'échelle est agrandie dans le rapport $\frac{4}{3}$.

2. *Essais avec un parafoudre à cornes.* — Par l'adjonction d'un parafoudre à cornes, réglé à 7 mm (15 000 volts) et muni d'une résistance de 1750 ohms, la courbe de ten-

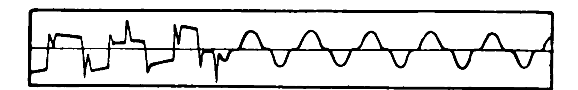


Fig. 8. — Courbes de tensions de la ligne modifiées successivement par le fonctionnement de l'éclateur, puis du parafoudre à cornes avec une résistance de 1750 ohms en série.

sion de la ligne (*fig.* 4) se transforme en celles de la figure 8; à gauche, on remarque la distorsion due aux étincelles et, à droite, la régularité recouvrée par le fonctionnement du parafoudre qui a étouffé toutes les surtensions. Deux autres oscillogrammes non reproduits font voir aussi l'amélioration des courbes des figures 5 et 7. Si maintenant on relie le parafoudre à la génératrice même, les dentelures de la figure 3 disparaissent et l'on a la belle courbe de la figure 9 prouvant l'absence de toute surtension; les courbes prises sur la figure et au défaut

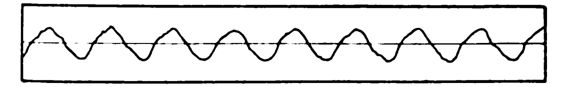


Fig. 9. — Courbe de tension de la génératrice reliée directement au parafoudre à cornes.

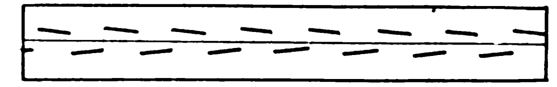


Fig. 10. — Courbe de tension de la ligne avec le parafoudre à cornes relié à la génératrice.

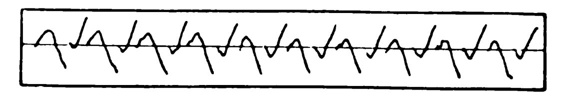


Fig. 11. — Courbe de tension au défaut avec le parafoudre à cornes relié à la génératrice.

sont également meilleures, comme il ressort des diagrammes des figures 10 et 11. Le rôle régulateur et tempéré du parafoudre à cornes est donc de toute évidence.

Dans un dernier essai, l'auteur dispose, avant et après le défaut, des parafoudres à cornes avec des résistances d'amortissement de 1940 et 1750 ohms (de beaucoup supérieures aux valeurs théoriques). On constate d'après les oscillogrammes que les parafoudres ne fonctionnent jamais ensemble, ce qui prouve combien grand est le pouvoir amortisseur de chacun individuellement sur le circuit entier, malgré la présence de résistances considérables. Quand le parafoudre placé après le défaut se tait et que l'autre, au contraire, s'amorce, on obtient les courbes de la figure 12. L'amortissement des surtensions

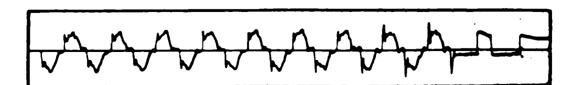


Fig. 12. — Courbes de tension sur la ligne dans le cas de surtensions permanentes. La partie gauche correspond au fonctionnement du parafoudre de 1750 ohms placé après le défaut; celle de droite, au fonctionnement du parafoudre de 1940 ohms placé avant le défaut.

éveillées par l'activité continue du défaut s'affaiblit graduellement jusqu'à l'instant où l'autre parafoudre s'amorce ou retombe sur la courbe de la figure 10.

Enfin les oscillogrammes des figures 13, 14 et 15 prouvent surabondamment que les parafoudres à cornes ne provoquent pas de surtensions par la rupture de leur propre courant et qu'ils peuvent fonctionner avec une résistance de ballast très faible, voire même nulle, ce que n'admettent pas MM. Giles et Wohlleben. L'extinction de l'arc au parafoudre n'est accompagnée d'aucune surtension.

Les clichés 16 et 17, empruntés à un film cinématogra-

phique, illustrent parfaitement la marche d'un parafoudre à cornes et surtout de quelle façon il insère automatiquement sa résistance d'amortissement dans un circuit

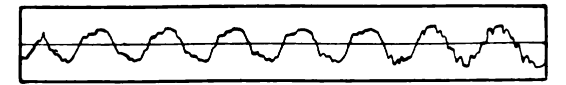


Fig. 13. — Courbes de tension de la génératrice dont la partie gauche correspond au fonctionnement du parafoudre avec 1750 ohms et la partie droite à l'extinction. Le passage de l'une à l'autre ne présente aucune trace de surtension.

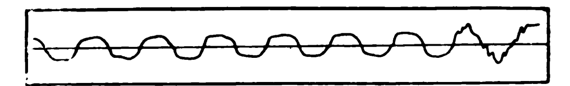


Fig. 14. — Comme ci-dessus, sauf que la résistance d'amortissement est de 610 ohms.

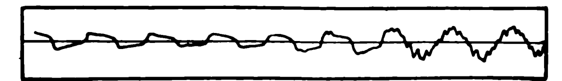


Fig. 15. — Comme ci-dessus, sauf que la résistance d'amortissement est nulle.

exposé à des surtensions de longue durée. Un nouvel arc se forme déjà entre les antennes avant même que le précédent soit éteint.

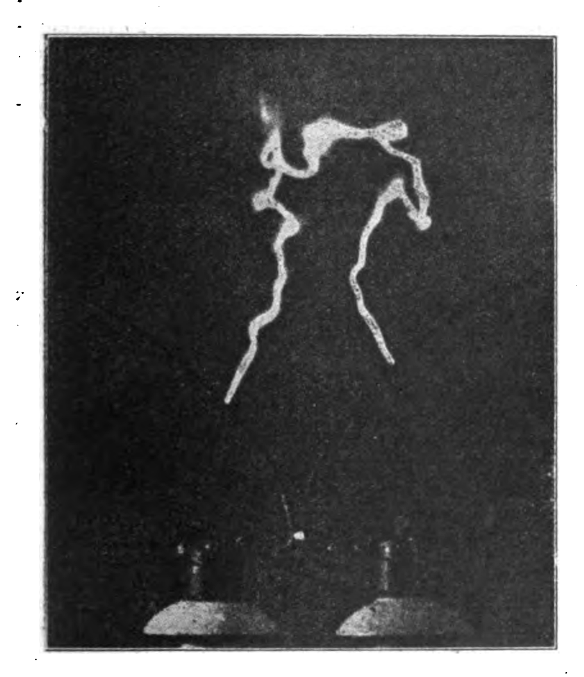


Fig. 16. — Parafoudre à cornes en activité sous 10000 volts et 5 ampères montrant un arc près de s'éteindre, tandis qu'un nouveau se forme sous l'effet de surtensions persistantes.

2. *Essais avec une soupape électrique.* — L'auteur s'est servi de soupapes électriques de la Société générale des condensateurs électriques, construites pour 10000 volts, avec six colonnes d'une résistance de 2000 ohms chacune et pourvues d'une coupure réglable et de 11 coupures à écartement fixe. Le dispositif expérimental était iden-

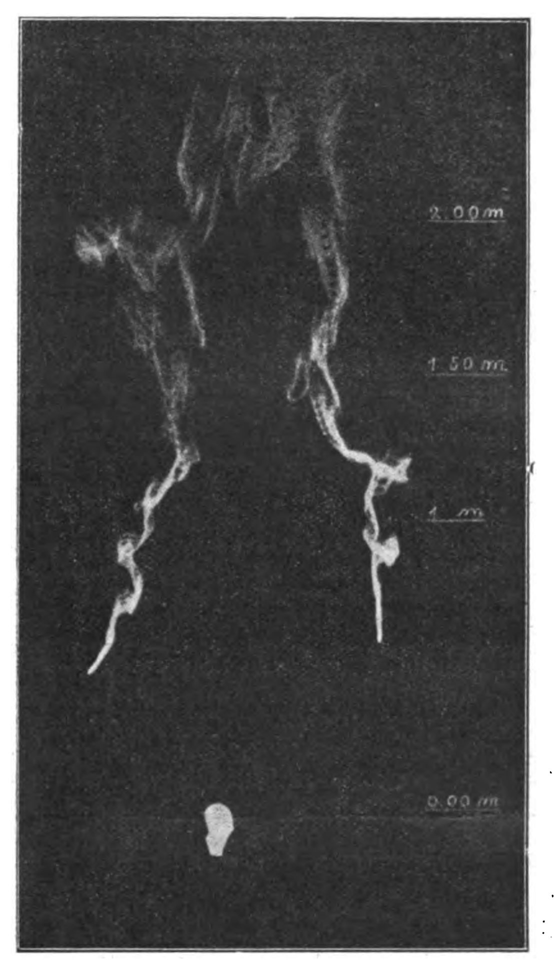


Fig. 17. — Même phénomène que le précédent, mais à 50000 volts et 10 ampères.

tique au précédent. En opérant avec la génératrice reliée d'abord directement à la soupape, celle-ci a flambé dès les premières surtensions et l'oscillogramme de la figure 18 montre de plus que l'installation à protéger



Fig. 18. — Courbe de tension de la génératrice montrant la mise en court-circuit du réseau par suite de la destruction du condensateur.

s'est trouvée mise en court-circuit. Le même accident se reproduit encore quand la soupape est branchée sur la ligne; ce qui rend les opérations photographiques très difficiles. Quoi qu'il en soit, M. Schrottke a bien constaté

l'amorçage des coupures prises individuellement, mais non le fonctionnement simultané de plusieurs colonnes, en sorte qu'il n'y avait d'efficace, dans le circuit, que la seule résistance d'une colonne unique. Le coefficient de réduction calculé par MM. Giles-Wohlleben, en supposant les résistances de toutes les colonnes groupées en parallèle, est donc inexact. C'est d'ailleurs un fait bien connu que plusieurs discontinuités en parallèle, même réglées à des distances explosives égales, ne fonctionnent pas nécessairement toutes ensemble.

Cette particularité se remarque surtout dans les éclateurs en vase clos. En effet, supposons que l'un de ceux-ci s'amorce avant les autres, pour une raison quelconque d'ailleurs. Sous l'influence de l'arc, il se forme entre les électrodes du bioxyde d'azote dont la rigidité diélectrique est supérieure à celle de l'air. Quand l'arc s'éteint, il faut donc pour le réamorcer une tension plus élevée que celle appliquée aux électrodes neuves; ce sera donc l'éclateur le plus sensible après celui-ci qui entrera en activité, pour subir ensuite le même sort. Ce processus se poursuit jusqu'au moment où le premier éclateur est devenu de nouveau le plus sensible par suite de la diffusion du bioxyde dans l'air. On lui conserve d'ailleurs indéfiniment sa sensibilité en soufflant sur les électrodes après chaque extinction. Une tension environ cinq fois plus grande que la tension limite suffit pour amorcer tous les arcs d'un seul coup, même si les écartements des pôles ne sont pas identiques. L'auteur a constaté tous ces inconvénients dans les soupapes électriques, tandis que les parafoudres à cornes à l'air libre n'ont presque pas de ratés.

En connectant une soupape au conducteur et en la réglant à 14000 volts, sensibilité au-dessous de laquelle on ne peut descendre sans danger de destruction, on obtient les diagrammes des figures 19 et 20 aux bornes

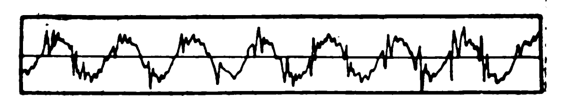


Fig. 19. — Courbe de tension de la génératrice quand le réseau est muni d'une soupape : celle-ci fonctionne pendant une demi-période, mais les surtensions persistent.

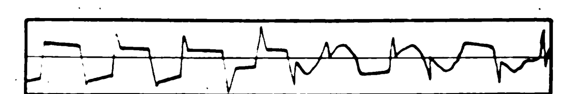


Fig. 20. — Courbe de tension du conducteur quand le réseau est muni d'une soupape; celle-ci fonctionne à chaque demi-période, mais chaque fois sous l'action d'une nouvelle surtension.

de la génératrice et sur le conducteur; on voit que la soupape ne fonctionne qu'à chaque demi-période et qu'elle n'offre aucune protection efficace à la machine, puisque les surtensions subsistent toujours, et que du côté conducteur on remarque la production de surtensions toujours plus élevées. La figure 21 montre que l'éclateur est réduit au silence, par suite de la formation de bioxyde d'azote. En diminuant alors l'intervalle des pôles (ce qui entraîne à brève échéance la destruction de l'appareil), on contraint la soupape à fonctionner plus souvent; sur l'oscillogramme de la figure 22, on voit que chaque demi-période d'activité est suivie d'une demi-période de repos durant laquelle la soupape semble se reprendre pour repartir avec une nouvelle surtension. Tous ces défauts se

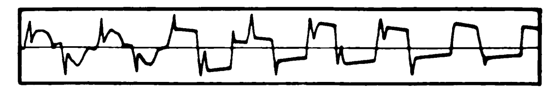


Fig. 21. — Mêmes conditions qu'en figure 20. La soupape s'amorce à chaque demi-période avec une nouvelle surtension, et finalement se tait par suite d'un excès de bioxyde d'azote.

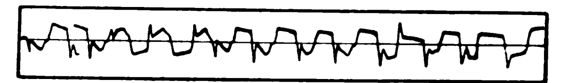


Fig. 22. — Mêmes conditions qu'en figure 20. La soupape est réglée à une plus grande sensibilité; chaque demi-période d'activité est suivie d'une demi-période de repos après laquelle la soupape s'amorce sous l'action d'une nouvelle surtension.

retrouvent dans le parafoudre à plaques, le précurseur de la soupape électrique. Dans la conclusion de son article, l'auteur répond à l'objection déjà soulevée que les soupapes électriques sont destinées aux réseaux de câbles et non aux réseaux aériens; ses expériences, en effet, n'en conservent pas moins toute leur valeur, car la capacité des câbles étant beaucoup plus grande, l'énergie potentielle des surtensions peut devenir jusqu'à 20 fois supérieure à celle d'un réseau aérien de même étendue. Il est donc probable que les phénomènes de surtension doivent aussi s'y dérouler avec une intensité beaucoup plus considérable.

B. K.

RÉSEAUX.

Les installations de l'Énergie électrique du Centre dans la région de Montluçon.

La région de Montluçon est desservie par deux usines : une usine hydraulique située à Teillet-Argenty, sur le Cher, et une usine à vapeur de secours située à Montluçon même.

Le Cher est une rivière à régime torrentiel comme toutes les rivières du Plateau Central. Les relevés de débit effectués de 1888 à 1903, par le Service des Ponts et Chaussées, sur l'alimentation du Canal du Berry, montrent que la moyenne des débits mensuels varie de 5425000 m^3 en août à 74400000 m^3 en février. Le débit moyen résultant de ces moyennes mensuelles varierait donc de 2086 à 26720 litres par seconde.

Si l'on considère le débit journalier, ces différences s'accentuent davantage et l'on trouve des variations depuis quelques centaines de litres jusqu'à plus de 1000 m^3.

Il était indispensable, dans ces conditions de débit, de créer un réservoir à très grand volume d'eau donnant une importante régularisation aux époques de sécheresse.

Ces périodes de sécheresse constituaient un véritable fléau pour la région, causant l'arrêt des minoteries et des nombreuses usines, le chômage du Canal du Berry et la disette d'eau d'alimentation dans la ville de Montluçon.

La Chambre de Commerce de Montluçon, le Conseil général de l'Allier avaient émis de nombreux vœux pour la régularisation du Cher, et la ville de Montluçon avait étudié un projet municipal de création d'un bassin régulateur.

Mais la dépense à engager pour la création de ce réservoir, ne s'élevait pas à moins de 800 000 fr et venait grever, d'une façon démesurée, le budget déjà bien chargé de cette ville industrielle.

La Société des Forces motrices du Cher intervint heureusement pour proposer à la Ville la construction du réservoir régulateur et la fourniture de l'eau d'alimentation indispensable à ses besoins, en échange d'une concession de distribution d'énergie électrique.

Barrage. — Le barrage a été construit dans un site extrêmement favorable, aux gorges de Rochebut, près de Teillet-Argenty, à moins de 14 km en amont de la ville de Montluçon.

En cet endroit se trouvait une gorge resserrée entre deux parois de plus de 70 m de hauteur (*fig.* 1), dont le sol, à la base, était granitique, incompressible et absolument compact.

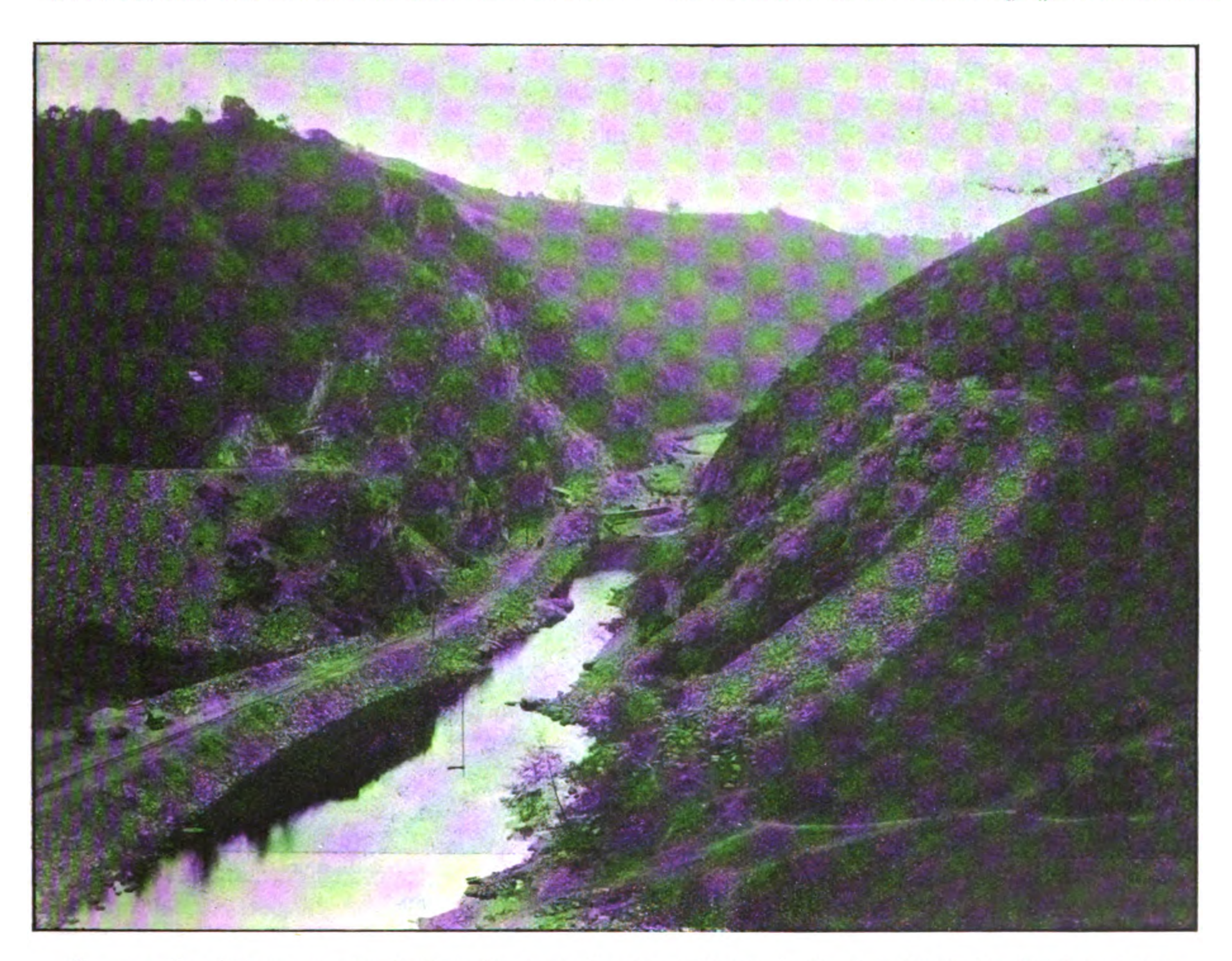


Fig. 1. — Vue de la gorge prise, le 26 octobre 1906, d'en face le Moulin de Chaud, indiquant les deux batardeaux et les deux tranchées de déversoir et de prise d'eau.

Le mur de barrage (*fig.* 2) établi en ce lieu a permis, moyennant l'acquisition de moins de 200 ha de terrains, de créer une réserve considérable de 30 millions de mètres cubes. Ce volume énorme d'eau emmagasinée résulte de cette circonstance favorable que, à 2250 m en amont du barrage, le Cher reçoit la Tardes, et que les vallées réunies forment une sorte d'Y dont les branches ont respectivement 2250 m, 4890 m sur le Cher et 7010 m sur la Tardes.

Le mur de barrage a environ 20 m de longueur à la base et 100 m au sommet, avec une hauteur de 45 m En plan (*fig.* 3), il a la forme d'un arc de cercle de 200 m de rayon. En profil (*fig.* 4) la largeur à la base est de 44 m, elle est de 4,70 m au sommet. La section a la forme d'un trapèze dont les côtés sont inclinés de 0,72 m par mètre à l'aval et 0,18 m par mètre en amont.

Les dimensions du barrage sont donc très faibles

puisque la longueur n'atteint pas deux fois et demie la hauteur, et que le cube de maçonnerie ne dépasse pas 63 000 m^3.

Pendant la construction, le sol de base a été descendu jusqu'à ce qu'on ait trouvé un sol très propice, constitué par un granit à surface très irrégulière.

Les emprises latérales ont été soigneusement décapées jusqu'au rocher sain.

Les travaux, entrepris par MM. Fougerolles frères, A. Giros et Loucheur ont été commencés le 1er mai 1906; on a attaqué d'abord la construction et les déblais du déversoir.

Le 5 mai 1906, a commencé le travail de percement de la galerie souterraine de dérivation. Cette galerie (*fig.* 5) a été entamée par l'amont et par l'aval. Sa longueur totale est de 83,50 m; sa section est de 20 m^2, soit 5 m de large et 4 m de hauteur. L'avancement a été en moyenne de 4 m par jour, le travail ayant duré 3 mois. La galerie est percée dans le granit dur compact.

Fig. 2. — Vue du barrage prise le 6 août 1909.

Un petit batardeau provisoire a été établi à l'amont pour protéger les travaux de la galerie.

On a profité de la sécheresse exceptionnelle de l'été 1906, pour construire, en amont du barrage, aussitôt après l'ouverture de la galerie, un barrage auxiliaire en maçonnerie, fondé avec soin, ayant 3,50 m à la base, 1,50 m au sommet sur 4,50 m de hauteur et 50 m de longueur, qui a constitué un écran protecteur parfait et a permis d'exécuter, en toute sécurité, les fondations du barrage principal sans crainte d'inondations (*fig.* 6).

Les travaux ont été grandement facilités par l'aménagement sur la plate-forme, située en haut du barrage, d'une usine génératrice de 50 chevaux et d'un atelier annexe.

L'énergie électrique produite à 400 volts environ, était envoyée à divers moteurs actionnant des pompes d'épuisement ou des pompes élévatoires pour l'élévation de l'eau destinée à la confection des mortiers.

Une véritable ville en bois a été créée sur la plate-forme supérieure, comprenant : bâtiments d'administration, ateliers, magasins, etc. La proximité de la gare de Teillet-Argenty, située à 1,5 km environ, a grandement facilité le transport des matériaux et du sable, amené au moyen d'une petite voie Decauville.

Le sable a été extrait du Cher, en aval de Montluçon,



et amené par canaux et chemin de fer jusqu'au barrage; son prix de revient a donc été assez élevé, soit d'environ 5,50 fr le mètre cube.

On a eu quelques difficultés pour trouver, en quantités suffisantes, le granit compact et sain; après de longues recherches, une carrière de première qualité a été rencontrée en aval du barrage, à 500 m environ.

Le mortier était produit sur la plate-forme supérieure, dans un petit atelier comprenant trois malaxeurs mécaniques, et descendu dans la vallée au moyen d'un plan incliné.

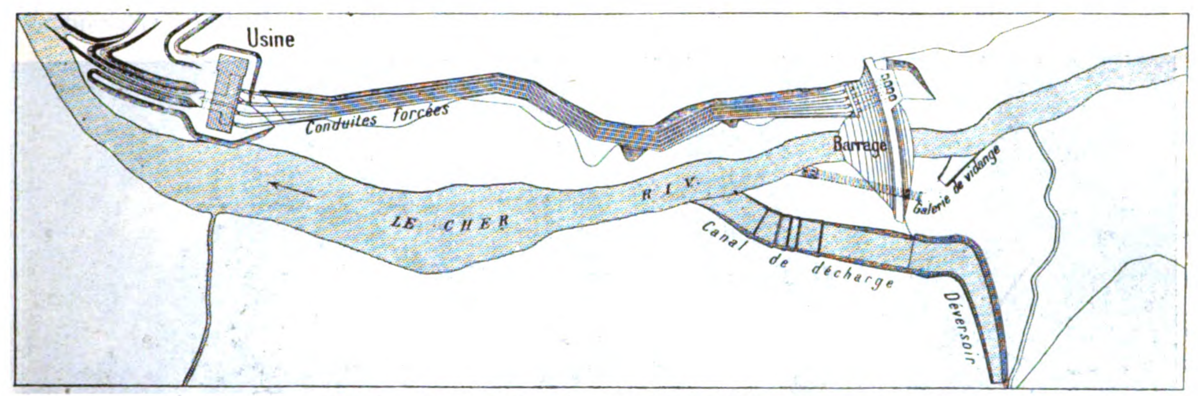


Fig. 3. — Plan général des installations hydrauliques.

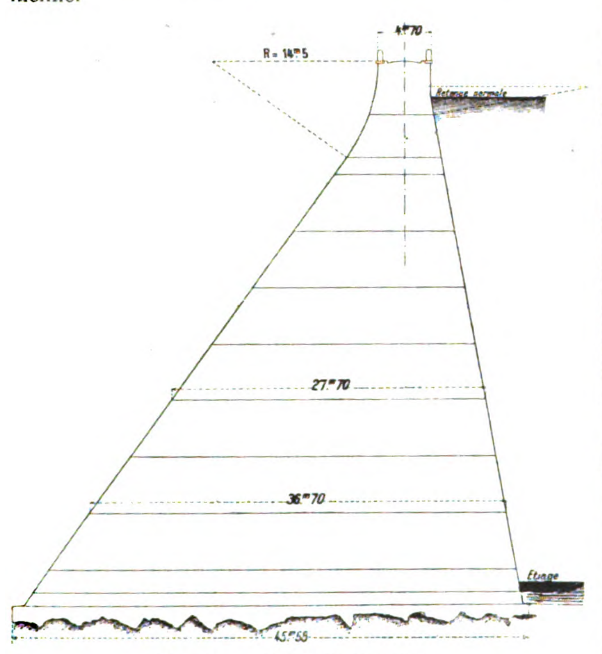


Fig. 4. — Profil du barrage.

Un laboratoire d'essai, installé à côté des malaxeurs, permettait de contrôler, d'une façon permanente, la résistance à la traction et à la compression de la chaux employée. Celle-ci a été de la chaux de Saint-Astier.

La figure 7 donne une vue de l'ensemble des installations.

Régime du Cher. — Les observations précises sur le régime des cours d'eau du centre de la France, étant encore assez rares, on opère en général, lorsqu'il s'agit de prévoir la puissance à installer dans une usine hydraulique, au moyen des relevés d'observations pluviométriques, dressés par l'Administration des Ponts et Chaussées et en tenant compte d'un coefficient de ruissellement qui varie avec les saisons. Ces relevés sont assez peu précis mais ils donnent l'allure générale des variations du débit.

Les relevés de débit sont un peu plus précis, pour le Cher, grâce aux observations dressées, depuis 1887, par l'Administration du Canal du Berry, avec précision, pour le contrôle de l'alimentation du canal. On est ainsi arrivé, pour une année moyenne (moyenne de 15 années) au Tableau suivant :

Mois.	Débits par seconde en m³.	Débits par mois en millions de m³.	Débits cumulés en millions de m³.	
Juillet	5,290	13,700	13,700	
Août	2,094	5,425	19,125	Moyenne
Septembre ..	3,500	9,060	28,185	par
Octobre	7,668	19,900	48,035	seconde
Novembre ..	13,370	34,600	82,685	8,232 m³.
Décembre ..	17,470	45,300	127,985	
Janvier	23,200	60,100	188,085	
Février	28,720	74,400	262,485	Moyenne
Mars	27,450	71,200	333.685	par
Avril	22,300	57,300	390,985	seconde
Mai	15,800	40,950	431,935	21,795 m³.
Juin	13,500	35,000	466,935	

En divisant l'année en trois périodes on peut considérer trois régimes :

	Basses eaux.	Moyennes eaux.	Hautes eaux.
	Juillet	Mai	Janvier
	Août	Juin	Février
	Septembre	Novembre	Mars
	Octobre	Décembre	Avril
Débit moyen par seconde.	4,638 m³	15,512 m³	25,417 m³

L'étude des variations du niveau des eaux, dans le réservoir prévu ci-dessus, montre que, pour une hauteur

d'eau variable de 26 m à 44 m, on utilisera une réserve de 25 millions de mètres cubes environ permettant de franchir les périodes d'été des années les plus sèches, avec une puissance de 4000 chevaux environ, de 11 heures. Pendant la période des hautes eaux on pourra utiliser jusqu'à 10000 chevaux.

Deux groupes de 1500 chevaux sont installés; tout d'abord la puissance de l'usine sera développée par la suite en installant des groupes de 2500 chevaux.

Usine hydraulique. — Le matériel hydraulique est construit par la Maison Neyret Brénier, de Grenoble, et

Fig. 5. — Orifice aval de la galerie de dérivation.

comprend : 2 unités de 1500 chevaux à 375 tours, 2 excitatrices de 125 chevaux. Les figures 8 et 9 donnent le plan et une coupe de l'usine.

Les turbines peuvent fonctionner sous chute variable de 26 m à 44 m, le débit variant de 5475 à 3350 litres : elles sont du système centripète Francis à axe horizontal à débit réglable et peuvent fonctionner, soit à 2 roues motrices, soit à une seule roue. Le rendement, dans les deux cas, reste compris entre 0,76 et 0,78 pour la pleine charge.

Chaque turbine est munie d'un régulateur automatique à servo-moteur mécanique à friction.

La variation de vitesse, pour une différence de charge brusque de 50 pour 100, ne dépasse pas 10 pour 100 et, pour une différence de charge de 100 pour 100, elle ne dépasse pas 20 pour 100.

La surpression dans les conduites forcées est évitée au moyen d'une fermeture lente et de lourds volants; elle ne dépasse pas 10 m.

Alternateurs. — Les turbines commandent directement les alternateurs par manchons élastiques à cordes faisant volants. Les alternateurs sont du système Alioth, capables de fournir chacun 1350 kv.-a. sous 3850 volts avec facteur de puissance 0,75, en courant triphasé à 50 p : s.

Le rendement des alternateurs, à pleine charge et pour un facteur de puissance égal à 0,75, est de 0,93; la chute de tension est inférieure à 10 pour 100 pour $\cos\varphi = 1$ et à 20 pour 100 pour $\cos\varphi = 0,80$.

Les alternateurs peuvent supporter une surcharge de 25 pour 100 pendant 2 heures, ils résistent au court-circuit et à l'emballement des turbines à 600 tours par minute.

Tableau de distribution. — Le courant des alternateurs est amené au tableau à deux disjoncteurs doubles qui commandent la basse tension à 3800 volts des transformateurs, ainsi que leurs circuits haute tension à 20500 volts.

Les alternateurs peuvent être couplés sur les barres générales, auxquelles sont branchés les disjoncteurs de départ vers Montluçon et vers Évaux.

Les lignes de départ à 20000 volts sont protégées contre les actions athmosphériques par des parafoudres, des limiteurs de tension et contre les surtensions par des limiteurs de tension à écoulement d'eau.

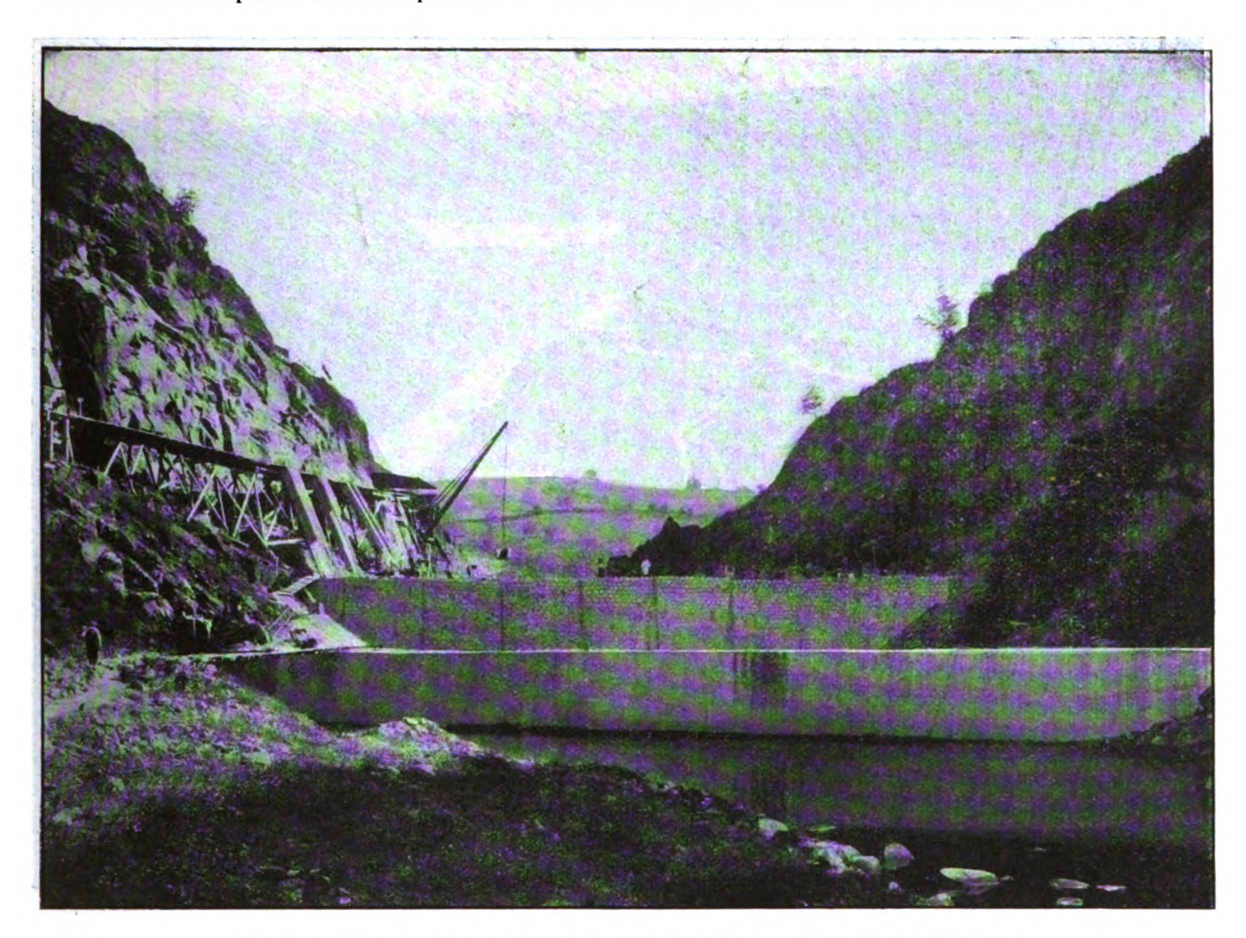


Fig. 6. — Barrage provisoire à l'abri duquel a été construit le barrage principal.

Le tableau est divisé, d'après les principes modernes, par des cloisons formant cellules pour le logement de chacun des appareils.

Transformateurs élévateurs. — Les transformateurs élévateurs sont du type Alioth à air libre et à ventilation forcée. Ce sont des transformateurs monophasés de 450 kv.-a. pour $\cos \varphi = 0,75$, groupés par trois en triangle, de manière à diminuer l'importance des rechanges de l'usine et à permettre la marche, en cas d'avarie à l'un des transformateurs monophasés.

Le rapport d'élévation est de 3800 à 20500 volts; les appareils ont été essayés sous 30000 volts pendant 1 heure. Le rendement des transformateurs à pleine charge est de 97,5 pour 100, leur chute de tension est de 1,2 pour 100 pour $\cos \varphi = 1$.

Chaque groupe de trois transformateurs monophasés correspond à la puissance d'un alternateur et les groupes de trois appareils peuvent fonctionner en parallèle.

Lignes a haute tension. — Les lignes à 20000 volts ont été particulièrement soignées, afin de réduire au minimum les dangers d'interruption de leur fonctionnement ainsi que les frais d'entretien.

La ligne principale qui relie le barrage à la Ville de Montluçon, sur une longueur de 14 km environ, a été installée à six fils.

La maison Giros et Loucheur s'est acquis le brevet de la construction des poteaux en ciment armé, système Rossignol et Delamarche-Lépine.

MM. Fougerolle frères, A. Giros et Loucheur ont construit toutes les lignes de l'Énergie du Centre en poteaux

ciment armé, qui présentent l'avantage d'une grande solidité, d'une grande résistance aux agents de détérioration et d'un entretien nul.

Ces poteaux ont la forme d'un tronc de cône allongé à base hexagonale; ils sont moulés sur place, sur chantiers répartis le long des lignes, tous les 4 km à 5 km, afin de diminuer les frais de transport des poteaux après séchage.

L'armature des poteaux est composée de barres d'acier de 8 mm à 14 mm de diamètre, réunies par des cercles de calibrage et des ligatures. Le béton de ciment demi-prompt est coulé autour du poteau qui doit ensuite sécher, au repos, pendant 6 semaines à 2 mois.

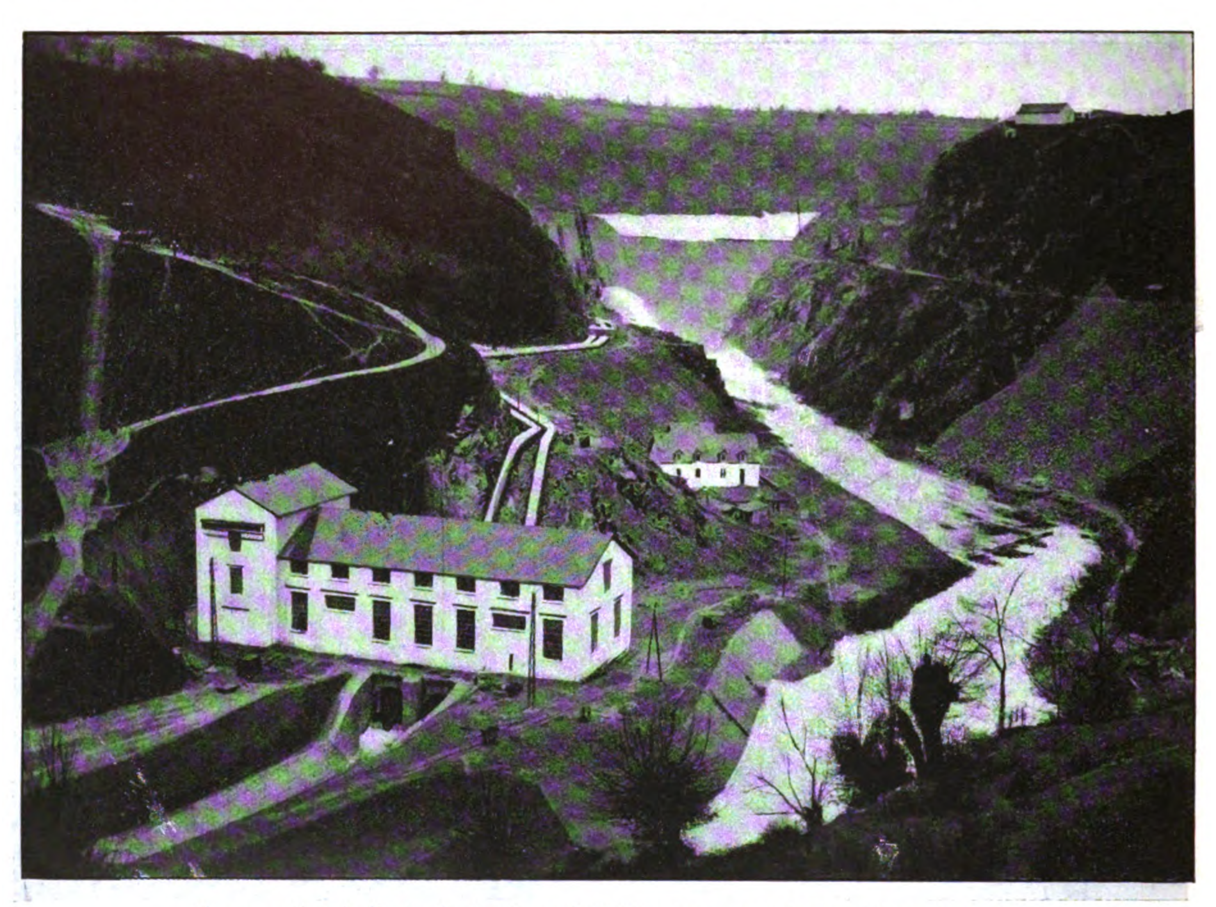


Fig. 7. — Vue de l'usine hydraulique de Teillet-Argenty et des conduites d'amenée.

Ces poteaux, amenés à pied d'œuvre sur des chariots, sont levés facilement au moyen d'une bigue à treuil très simple; ils sont, avant levage, revêtus de leur armement composé de traverses métalliques maintenues par des colliers (*fig.* 10 à 11).

L'armement pour lignes à trois fils se compose d'un collier ferrure, placé à l'extrémité du poteau, et d'une traverse de fer U supportant les deux autres fils et les garde-fils, lorsque ceux-ci sont nécessaires. Cette traverse est maintenue sur le poteau, soit par deux colliers, soit, dans un autre modèle d'armement, par un collier et un boulon.

Les isolateurs à 20000 volts ont été essayés à une tension de 80000 volts; ils sont scellés au ciment sur leurs ferrures.

Le réseau à 20000 volts comprend trois lignes principales (*fig.* 13) :

1° Un feeder joignant l'usine hydraulique à la sous-station à vapeur de Montluçon, en fils de $\frac{80}{10}$;

2° Une ligne Montluçon-Boussac, en fil de $\frac{50}{10}$, de laquelle part, à Treignat, un embranchement se rendant à Culan, par Saint-Désiré;

3° Une ligne aboutissant à Évaux et Le Chatelet;

4° Divers embranchements ;

5° Une ligne Montluçon-Sioule reliant l'usine à vapeur de Montluçon à l'usine hydraulique de la Compagnie du Gaz de Clermond-Ferrand, sur la Sioule, à section variable depuis $\frac{60}{10}$ jusqu'à $\frac{80}{10}$. De cette ligne se détache à Commentry un branchement se rendant aux Forges de Châtillon-Commentry.

Un contrat est en effet intervenu entre la Compagnie du Gaz de Clermont-Ferrand et l'Énergie électrique du Centre, pour la fourniture aux réseaux du Centre de 1300 chevaux hydrauliques et pour la mise en commun des



disponibilités des deux réseaux à titre de secours.

La ligne de Montluçon à l'usine de la Sioule traverse les centres très importants de Néris, Commentry, Saint-Éloy-les-Mines qui assureront une consommation notable de force motrice et d'éclairage.

Ces communes importantes, ainsi que la ville de Montluçon, sont donc desservies par trois sources de courant qui sont : l'usine hydraulique de Teillet-Argenty, l'usine à vapeur de Montluçon, l'usine hydraulique de la Sioule; elles peuvent, en conséquence, être considérées comme préservées contre tout danger d'interruption de courant provenant d'une avarie à un point des lignes aériennes.

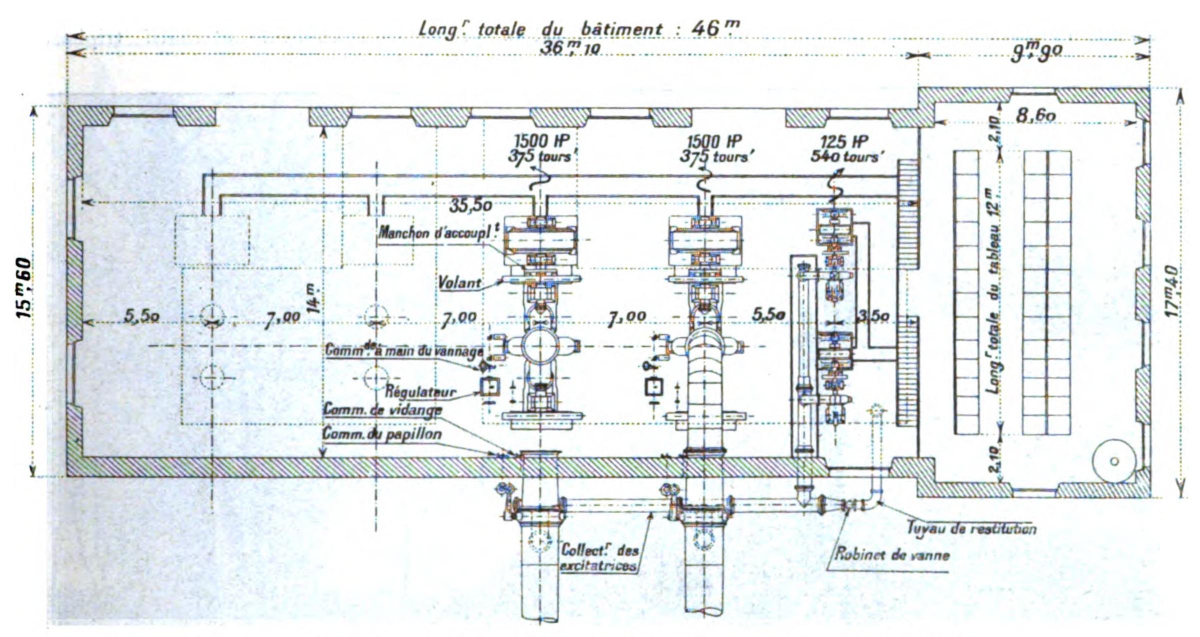


Fig. 8. — Plan de la salle des machines et de la salle du tableau de distribution.

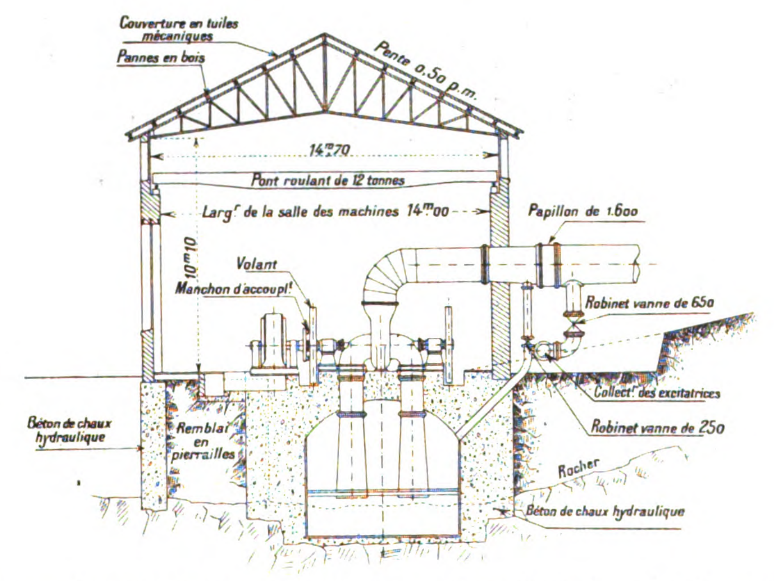


Fig. 9. — Coupe transversale de la salle des machines suivant l'axe d'un des groupes.

Usine à vapeur de secours de Montluçon. — La société l'Énergie du Centre a traité avec la Compagnie



du Gaz de Montluçon, concessionnaire du monopole d'éclairage de la ville, pour la fourniture du courant électrique d'éclairage et de petite force motrice.

Afin d'assurer une distribution parfaite en ville, une usine de secours à vapeur a été prévue dans la ville même sur les bords du Cher.

Cette usine (*fig.* 14 et 15) comprend actuellement un groupe turbo-alternateur Curtis de 1500 chevaux (*fig.* 16) et est prévue pour l'aménagement de deux groupes fournissant une puissance totale de 3000 chevaux.

Le groupe Curtis construit par les ateliers Thomson-Houston, produit du courant alternatif triphasé à

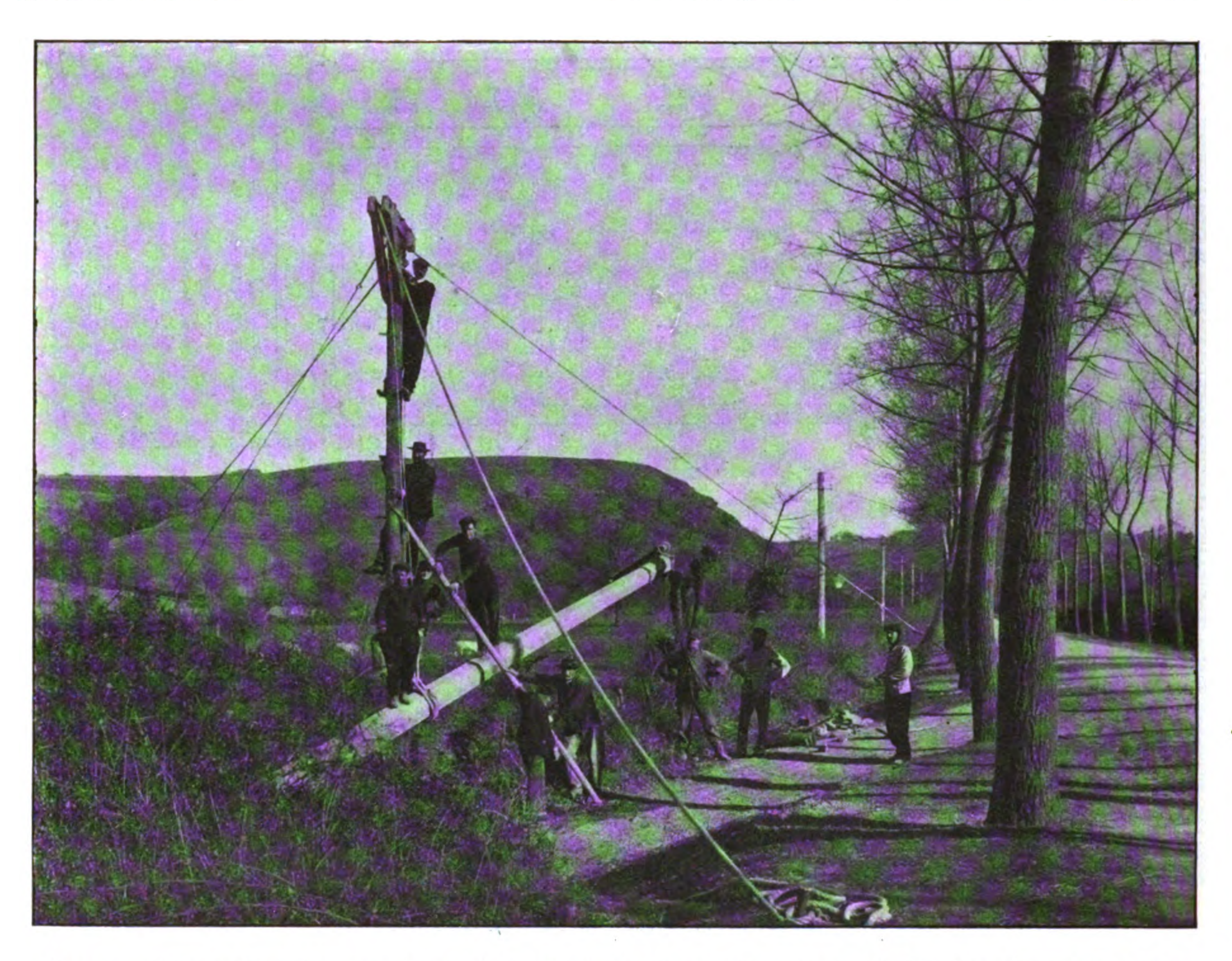


Fig. 10. — Levage d'un poteau en ciment. Avec cette équipe de neuf hommes, sous la direction d'un contremaître, on peut lever 11 poteaux de 1300 kg en 10 heures.

3800 volts, 50 périodes et 1500 tours. Sa puissance est de 1000 kilowatts avec $\cos \varphi = 0,8$ avec surcharge possible de 1350 chevaux pendant 4 heures.

Les garanties de consommation étaient : de 7,9 kg par kilowatt-heure au régime de 1000 kilowatts; 8,5 kg au régime de 750 kilowatts; 9,2 kg au régime de 500 kilowatts; non compris les dépenses d'excitation et du condenseur.

Les trois chaudières fournies par la maison Brissonneau et Lotz, de Nantes, sont du type multitubulaire de 200 m^2 de surface de chauffe avec surchauffeur de 70 m^2; la surface de grille est de 6,5 m^2, le timbre 14 kg, la production normale 3500 kg de vapeur à l'heure avec régime de 6 kg de vapeur par kilogramme de charbon.

La cheminée est une cheminée à tirage artificiel de 22 m de hauteur avec ventilateur Farcot de 21 chevaux, à vitesse réglable entre 375 et 585 tours.

Le condenseur à surface système Balcke comprenant : pompe de circulation, pompe à air sec et pompe à eau, est commandé par un moteur asynchrone de 48 chevaux. Il est capable avec une surface de 416 m^2, de produire un vide de 71 cm sur 76 cm en employant 420 m^3 d'eau à 15° C. par heure. Les essais de consommation du groupe électrogène ont donné des résultats très satisfaisants; on a obtenu :

Au régime de	962	kilowatts..	7,496 kg	par kilowatt-heure
—	696	— ..	7,973	—
—	452	— ..	8,193	—

Une batterie de 34 éléments de 360 ampères-heures, en une heure, produit le démarrage de l'usine en excitant l'alternateur et l'éclairage de secours.

L'excitation du groupe est assurée par un groupe convertisseur, composé d'un moteur asynchrone triphasé de 85 chevaux et d'une dynamo génératrice de 50 kilowatts sous 60 volts, jointe à un survolteur de 120 ampères 30 volts, destiné à la charge de la batterie de secours.



Fig. 11. — Mise en place de l'appareil de levage; en avant on aide à la fourche.

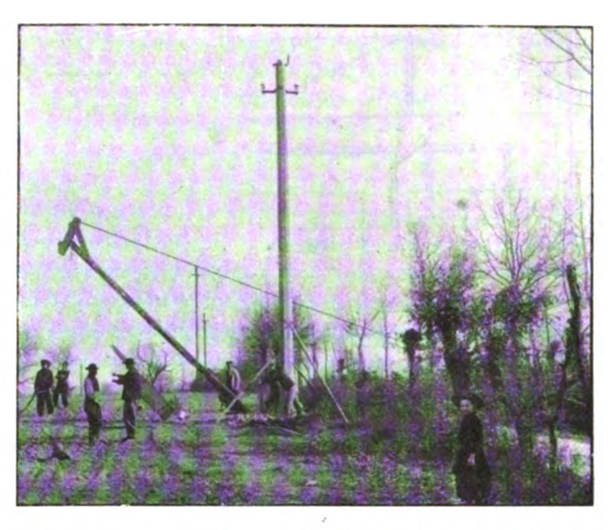


Fig. 12. — Descente de l'appareil de levage sur le charreton; le poteau est maintenu avec des fourches en attendant le bourrage du trou.

Le courant triphasé à 3800 volts est envoyé, d'une part, aux deux feeders souterrains qui alimentent le réseau à 3750 volts de la ville de Montluçon, d'autre part, à un

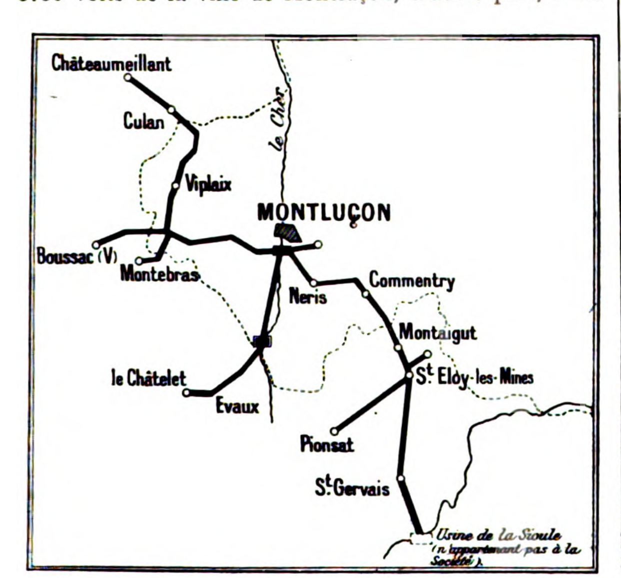


Fig. 13. — Plan schématique du réseau de distribution de la région de Montluçon.

groupe de trois transformateurs monophasés de 450 kVA, chacun élevant la tension de 3800 à 20500 volts avec bornes de réglage pour 19500 et 18000 volts.

Cette sous-station, très importante, qui constitue le centre de distribution du réseau, comprend un tableau à sept départs 20000 volts alimentant les feeders de Boussac, Désertines, usine hydraulique et Evaux, usine hydraulique de la Sioule. La station de Montluçon se trouve ainsi être une usine génératrice en période de sécheresse, et un poste récepteur de transformation et de distribution dans le cas d'alimentation par le Cher ou par la Sioule.

L'usine est protégée avec soin contre la foudre, de même que les lignes qui y aboutissent, par des parafoudres à cornes à résistance liquide, des limiteurs de tension type Wurtz, un limiteur à écoulement d'eau et une batterie de condensateurs Moscicki.

Les postes de transformateurs répartis sur les réseaux à 20000 volts sont protégés par des parafoudres à cornes avec résistances liquides.

La ligne qui relie Montluçon à l'usine hydraulique de la Sioule présente une importance spéciale en raison de son alimentation par l'une ou l'autre extrémité; elle traverse les deux postes de Commentry et de Saint-Éloy qui sont des postes de coupure avec disjoncteurs à relais différés, permettant de localiser toute avarie accidentelle des lignes.

Réseau souterrain de Montluçon. — Le réseau souterrain de Montluçon comprend deux feeders triphasés de câbles de 50 mm² sous 3600 volts, qui alimentent la ville au moyen d'un circuit bouclé qui a profité utilement de la disposition circulaire des boulevards. Si l'on ajoute que les réseaux secondaires, à basse tension, sont également bouclés et qu'une ligne aérienne à 3800 volts peut

suppléer aux feeders souterrains pour l'alimentation de la Ville, on admettra la sécurité absolue de l'exploitation de Montluçon.

Les réseaux secondaires de Boussac, Néris, Saint-Éloy-les-Mines et des petites communes sont à quatre fils montés en étoile permettant de placer la lumière sous 120 volts et les moteurs sous 200 volts.

T. Pausert.

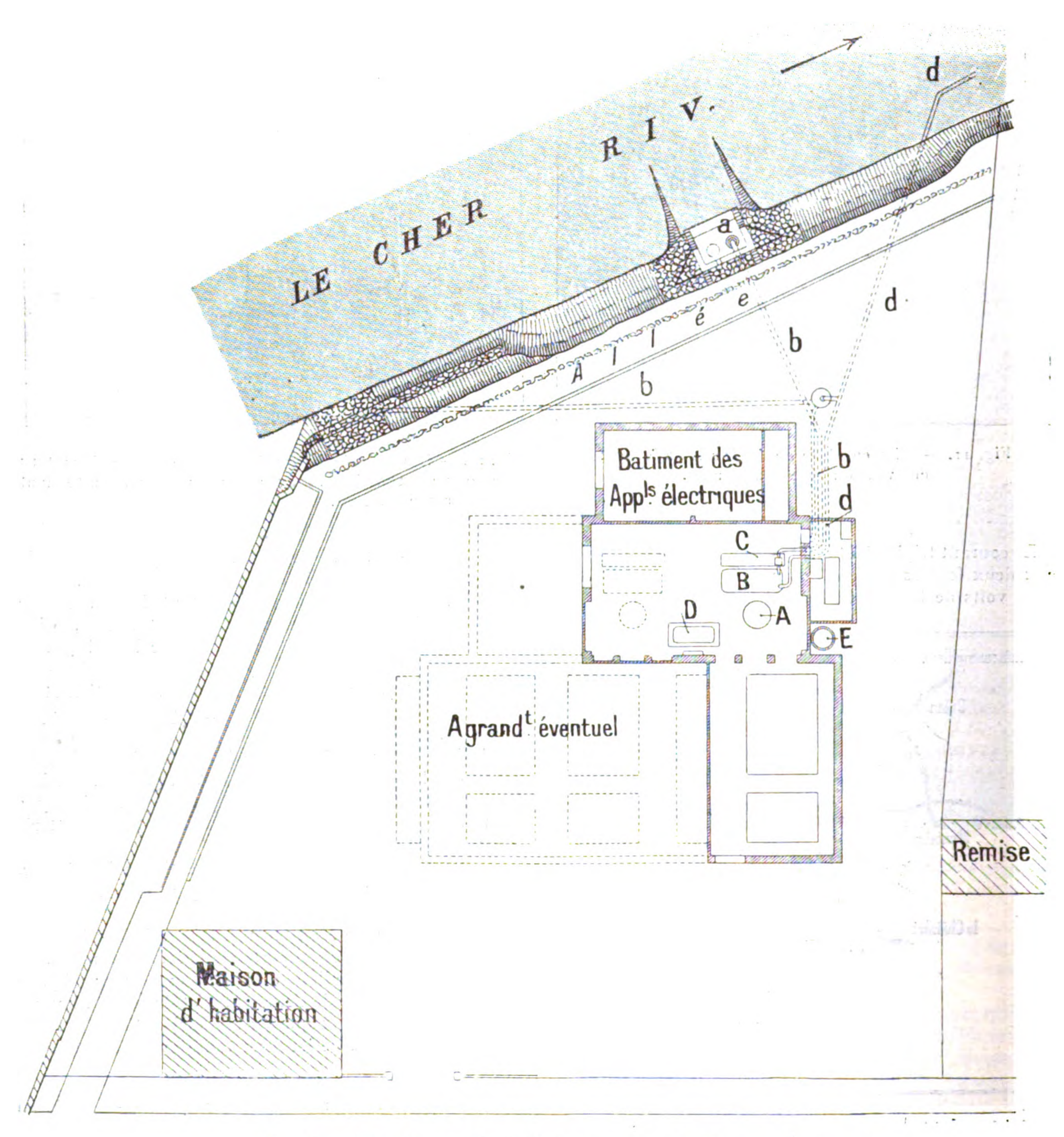


Fig. 14. — Plan d'ensemble de l'usine à vapeur de Montluçon :

a, prise d'eau;
b, conduites de prise d'eau en fonte;
d, conduite des eaux condensées à la rivière;
A, massif de la turbine;
B, massif du condenseur;
C, massif des pompes;
D, bâche d'alimentation des chaudières;
E, cheminée.

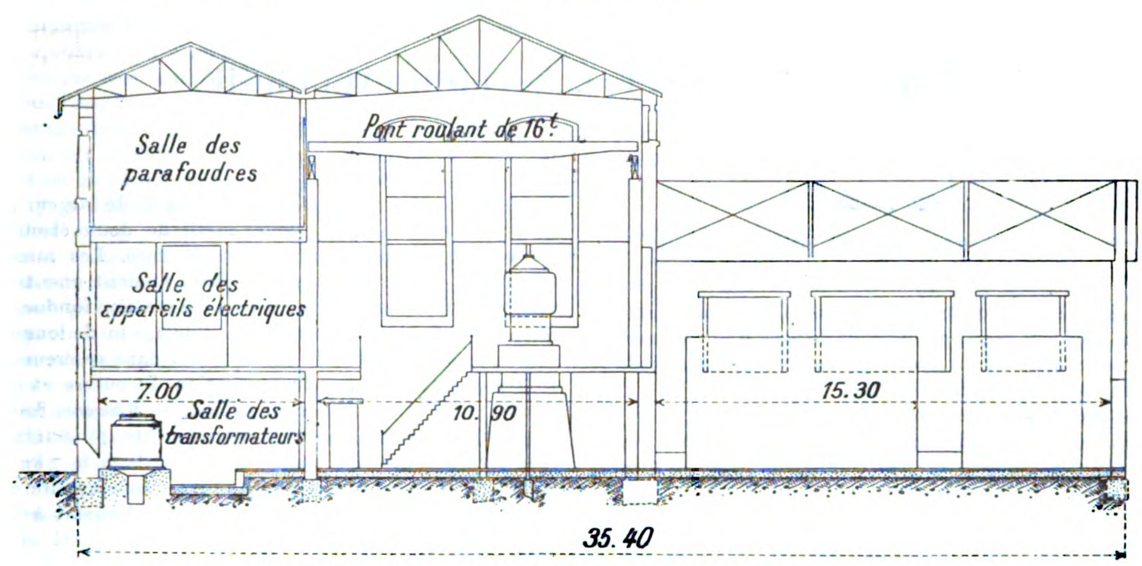


Fig. 15. — Coupe longitudinale de l'usine de Montluçon.

Fig. 16. — Vue d'un groupe Curtis de l'usine de Montluçon et de son condenseur.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

FER-ACIER.

Four à induction Hiorth pour la fusion de l'acier (1).

Ce four est en fonctionnement à l'usine Hiorth, située sur un fjord de Norvège, où l'on dispose d'une puissance de 1000 chevaux dont 500 sont employés pour le four et le reste dans un moulin à pulpe.

Les frais totaux de l'installation ont été de 125 fr par cheval, et le coût de l'énergie est estimé à 20 fr par cheval-an, y compris intérêt et amortissement. On voit que ce prix est excessivement bas.

Le four est alimenté par des courants alternatifs à 12,5 p:s; son rendement est de 0,75 à 0,85. Des dispositifs sont aménagés pour un chauffage supplémentaire dans le compartiment central comme dans le four Rœchling-Rodenhauser, mais en pratique on ne s'en sert pas.

Ce four traite de la fonte de Dannemora, coûtant 125 fr la tonne et du minerai coûtant 250 fr. Les lingots obtenus sont expédiés à Sheffield.

Le garnissage de la poitrine du four est en magnétite venant de Syrie, car celle de Norvège n'a pas donné de bons résultats. Le Dr Richards pense que ceci est probablement dû à ce qu'elle n'était pas calcinée à une température suffisamment élevée. Pour être employée, la magnétite demande à être très fortement chauffée.

Au point de vue de la consommation d'énergie, le Dr Richards témoigne que, lorsqu'il visita l'usine Hiorth, on comptait 700 kilowatts-heure par tonne de matériel froid chargé dans le four, mais il a été informé, depuis, que ce chiffre avait été réduit à 685-690. L'acier produit dans cette usine a été prouvé être égal au meilleur acier au creuset de Sheffield.

Alors que le four Hiorth est ainsi employé pour la fusion de matières pures, le Dr Richards remarque qu'une autre application serait le raffinage de l'acier ordinaire Bessemer ou Martin. La consommation d'énergie serait plus faible et l'acier supérieur à celui du Martin ou du Bessemer.

CUIVRE.

Fusion électrique des minerais de cuivre du Chili (2).

Les premiers essais industriels de traitement au four électrique des minerais de cuivre furent exécutés à Livet devant une commission. On employait alors un four Keller de 1,8 m de longueur, 0,9 m de largeur intérieure et 0,9 m de hauteur, muni de deux électrodes de section carrée ayant 0,3 m de côté. Les minerais employés, qui provenaient du Chili, avaient une teneur moyenne en cuivre de 7 pour 100. La matière fondue dans le four était reçue dans un creuset de 1,2 m de longueur, 0,6 m de largeur et de hauteur. C'est dans ce creuset de raffinage que se faisait la séparation du cuivre et de la scorie. D'après ce procédé, on fondait en 8 heures 8000 kg de minerai pour une consommation de puissance de 500 kw. L'usure des électrodes était de 6 à 7 kg par tonne de minerai lorsqu'on employait une qualité ordinaire de charbon. Cette consommation baissait à 5 kg avec une meilleure qualité.

L'auteur mentionne des essais qu'il a entrepris en collaboration avec Acuna sur du minerai de cuivre de Naltagua. Le four était un four à résistance ordinaire qui renfermait une électrode mobile supérieure, tandis que l'électrode inférieure était placée dans un creuset de graphite. La scorie obtenue ne renfermait plus que 0,04 pour 100 de cuivre pendant que la matte contenait 66,5 pour 100 de cuivre et 28,5 pour 100 de fer. La consommation de courant était de 1,58 kilowatt-heure pa kilogramme de minerai.

Si l'on compare ces résultats à ceux de Livet, on voit que la consommation de courant dans ce dernier cas n'était que le tiers de celle des essais de l'auteur. Ceci prouve que, dans les essais en laboratoire, on ne peut pas éviter les pertes d'énergie. L. J.

L'électrolyse des solutions de chlorure cuivreux et son application au raffinage du cuivre (1).

Par le fait que la molécule de chlorure cuivreux Cu^2Cl^2 renferme deux atomes de cuivre tandis que celle du sulfate $CuSO^4$ n'en renferme qu'un, le dépôt d'un poids donné de cuivre d'une solution du premier sel ne demande que la moitié de la quantité d'électricité qu'exige l'électrolyse du second.

L'électrolyse du chlorure cuivreux constituait une des phases du procédé Hœpfner. Si ce procédé n'a pas donné les résultats qu'on en espérait, c'est que bien des conditions pratiques doivent être réalisées : conductibilité non inférieure à celle des solutions de sulfate, adhérence du dépôt à la cathode, pureté de ce dépôt, dissolution régulière de l'anode, concentration des impuretés avant la régénération de la solution. La question de la conductibilité paraît aujourd'hui réglée. On sait que le chlorure cuivreux est peu soluble dans l'eau, mais se dissout dans

(1) J.-W. Richards. Communication au meeting de Chicago de l'American Electrochemical Society (*Metallurgical and Chemical Engineering*, t. VIII, nov. 1910, p. 630, et *Journal du Four électrique*, 1er janvier 1911, p. 563).

(2) Blanquier, *Boletin de la Sociedad national de Miniera*, 1910, p. 442

(1) M. de Kay-Thomson et E.-R. Hamilton. Communication faite au meeting de Pittsburg de l'American Electrochemical Society (*Metallurgical and Chemical Engineering*, t. VIII, juin 1910, p. 347, et *Journal du Four électrique*, 1er janvier 1911, p. 567).



une solution d'un autre chlorure (chlorure de sodium). En ajoutant de l'acide chlorhydrique, on obtient un électrolyte très conducteur et ne se troublant pas.

Mais l'addition d'acide chlorhydrique présente un autre avantage très important. Elle permet d'augmenter le rendement de l'électrolyse jusqu'à obtention d'un rendement de 90 pour 100, et ceci à la température ambiante.

Il y a déjà plusieurs années (1895), Kœhn et Lenz avaient montré qu'à cette température on pouvait obtenir avec les solutions de chlorure cuivreux 1,81 fois autant de cuivre qu'avec les solutions de sulfate et que ce rapport pouvait être porté à 1,99 si l'on opérait à 70°. Ils constatèrent aussi que le rendement en courant était directement influencé par la concentration. C'est une dissolution contenant 5 g de cuivre par litre qui leur avait donné les meilleurs résultats.

MM. de Kay-Thompson et Hamilton ont fait des essais sur une solution de 25 g de chlorure de sodium dans 100 g d'eau saturée de chlorure cuivreux. Les cellules électrolytiques étaient recouvertes d'une couche de paraffine solide. Dans un des électrolyseurs, la solution se colora en brun foncé, tandis que dans l'autre elle resta à peu près incolore. En employant une densité de courant de deux ampères par décimètre carré à la température du laboratoire, le rendement de la solution colorée fut de 78,2 pour 100 et celui de l'autre 95,9 pour 100. Les anodes furent profondément corrodées à la surface du liquide (ce qui se produit toujours d'ailleurs dans les solutions neutres où il n'y a pas d'agitation). Il y eut aussi un dépôt plus important dans la partie supérieure de la cathode, la conductibilité du liquide étant plus forte dans la partie supérieure de l'électrolyte que dans le bas (résultat déjà observé par Kœhn et Lenz). De plus, on constata une tendance très marquée à la formation de rameaux cristallins de cuivre, de telle sorte que si la densité de courant n'est pas uniforme, le rameau peut atteindre l'anode et court-circuiter la cellule. En agitant la solution, on s'opposa à la dissolution irrégulière de l'anode et l'on obtint à la cathode un dépôt régulier, mais de couleur plus foncée que celui des solutions de sulfate. Pendant l'opération, les solutions avaient une tendance à s'oxyder et à former une écume verte à la surface; l'addition d'un peu d'acide chlorhydrique rendait l'électrolyte clair et faisait disparaître l'écume. Pour expérimenter l'influence de cet adjuvant, à une portion de la solution de 25 g de chlorure de sodium dissous dans 100 g d'eau et saturée de chlorure cuivreux, on ajouta juste assez d'acide chlorhydrique pour rendre la liqueur claire; à une seconde portion, on ajouta de l'acide chlorhydrique de poids spécifique 1,188 dans la proportion en volume de 4,6 d'acide pour 100 de solution. Ces électrolytes ainsi préparées furent soumises à l'action d'une densité de courant de 0,75 ampère par décimètre carré. La solution de chlorure cuivreux était agitée en y faisant barboter de l'hydrogène. On obtint (après 3 heures) dans le premier cas 2,68 g de cuivre (rendement en courant 80,6 pour 100) et dans le deuxième cas 3,05 g de cuivre (rendement en courant 91,6 pour 100). Dans les mêmes conditions une solution de sulfate de cuivre donna 1,66 g de cuivre (rendement 100 pour 100). La différence de potentiel entre électrodes en marche normale après 2 heures fut respectivement 3 volts, 0,5 volt et 0,46 volt. Dans les deux premiers cas, le dépôt était lisse et bien adhérent. Après l'électrolyse, les électrolytes furent laissées 48 heures en contact avec les anodes. Au bout de 24 heures, la première solution avait une écume verte à la surface et était devenue trouble, tandis que, même après 48 heures, la seconde solution était seulement légèrement foncée.

Il est permis de conclure de tous les essais que l'emploi d'une solution de chlorure cuivreux acide permettrait de réduire de 50 pour 100 la puissance consommée dans le raffinage électrolytique du cuivre.

PLATINE.

Électrodéposition du platine (1).

Par l'électrolyse, les solutions chaudes de chloroplatinate de potassium ne tardent pas à devenir alcalines au voisinage de la cathode et il se forme un trouble noirâtre dû à du platine très divisé. Ce trouble se répand très rapidement dans l'électrolyte tout entier, et il doit être éliminé par addition d'acide pour obtenir un dépôt adhérent de platine. Si l'on emploie dans ce but un acide minéral, on risque d'attaquer le métal qu'on se propose de recouvrir de platine; en outre le platine déposé a tendance à devenir cristallin avant qu'on ait obtenu une épaisseur suffisante.

Des essais faits avec l'acide citrique ont montré que l'on obtient alors de meilleurs résultats. Le bain électrolytique est formé en dissolvant 2 g de chloroplatinate de potassium et 10 g d'acide citrique dans 100 cm^3 d'eau; il est chauffé à 85° environ. Toutefois le dépôt devient encore défectueux après 25 à 30 minutes d'électrolyse et il n'y a d'autre remède que de retirer l'objet du bain toutes les 10 minutes, de le sécher et de le passer au polissoir.

La solution est régénérée par addition de chloroplatinate de potassium après chaque traitement et peut servir pour 20 à 30 opérations; ensuite on l'additionne de 10 gouttes environ d'acide chlorhydrique concentré et elle peut encore servir 5 ou 6 fois. On l'évacue alors de l'électrolyseur et l'on récupère le platine.

Pour cette récupération la solution est rendue alcaline par addition de potasse et de soude; on ajoute un peu d'alcool et l'on chauffe à 60°-70°. Le platine se dépose à l'état floconneux en même temps qu'il se dégage une forte odeur d'aldéhyde. On filtre, on lave à l'acide chlorhydrique dilué et l'on dissout dans l'eau régale (en volume, 3 parties d'acide chlorhydrique concentré pour 1 partie d'acide azotique). On évapore à siccité et l'on obtient $PtCl^6H^2 + 6H^2O$, corps déliquescent que l'on dissout et que l'on traite par le chlorure de potassium pour obtenir le chloroplatinate de potassium $PtCl^6K^2$.

(1) *Journal du Four électrique*, 1er janvier 1911.

MESURES ET ESSAIS.

ÉTALONS ÉLECTRIQUES.

La force électromotrice de l'étalon Weston.

Le Laboratoire central d'Électricité nous communique à ce sujet la note suivante :

D'après la décision de la Conférence internationale de Londres (1908), la valeur, en volt international, de la force électromotrice de l'élément Weston normal (contenant un excès de cristaux de sulfate de cadmium) doit être déduite de l'ohm international défini comme résistance mercurielle et de l'ampère international défini par un dépôt d'argent dans un voltamètre à azotate d'argent.

La valeur provisoire à 20° C. avait été fixée en 1908 à 1,0184.

Le Comité scientifique international nommé à Londres décida que des expériences seraient faites au printemps 1910 au Bureau of Standards à Washington par des représentants de la Physikalisch-technische Reichsanstalt d'Allemagne, du National physical Laboratory d'Angleterre, du Bureau of Standards des Etats-Unis et du Laboratoire central d'Électricité. Le but assigné à ces recherches était de fixer la valeur qu'il convenait de prendre pour la force électromotrice du Weston, en précisant les conditions expérimentales dans lesquelles devait être effectué le dépôt d'argent.

A la suite de ces mesures le Comité international des Unités électriques a décidé de recommander pour la valeur de la force électromotrice de l'étalon Weston normal, à 20° C, 1,0183 volt international.

Le Laboratoire central d'Electricité s'est, depuis le 1er janvier 1911, conformé à cette recommandation, ce qui entraîne aussi pour les mesures de résistance l'adoption de l'ohm international tel qu'il a été provisoirement réalisé dans les expériences de Washington.

Cette manière de faire n'est pas contradictoire avec le décret du 25 avril 1896 sur les unités électriques en France, car cela revient à admettre que l'élément Latimer Clark a la force électromotrice 1,434 à la température de 13°, 8 C., le décret n'ayant pas fixé la température à laquelle la force électromotrice de l'élément doit être mesurée.

INSTRUMENTS DE MESURES.

La mesure absolue des courants de grande intensité (¹).

La mesure exacte des courants de grande intensité est très difficile : la détermination électrochimique devient impraticable et, d'autre part, l'utilisation de la boussole des tangentes ne peut guère s'effectuer avec les types en usage, pour des courants d'une intensité supérieure à une cinquantaine d'ampères.

La limite d'emploi de la boussole des tangentes résulte de ce que, même avec une seule spire, la déviation de l'aiguille est voisine de 90° pour des courants de 50 ampères. Il s'ensuit que si l'on superposait au champ magnétique terrestre qui produit la force directrice un champ magnétique connu, uniforme et de même direction que le champ terrestre, de manière à réduire la déviation vers 45°, qui correspond au minimum de l'erreur relative, rien ne s'opposerait plus à l'emploi de cette boussole pour la mesure de courants intenses.

C'est cette solution qu'a adoptée l'auteur pour la mesure de courants de l'ordre de 10^3 ampères.

Le champ magnétique auxiliaire est produit par une bobine, traversée par un courant d'intensité connue I'. Cette bobine est constituée par un long ruban de cuivre enroulé sur lui-même en même temps qu'un ruban isolant; elle forme une sorte de galette et est disposée perpendiculairement au méridien magnétique. Son diamètre est assez grand pour qu'on puisse considérer le champ produit comme uniforme dans sa région centrale; il est assez petit par rapport à celui de la spire unique constituant l'enroulement principal. Le nombre de ses spires est de 50.

Le courant I', d'une vingtaine d'ampères, est fourni par des accumulateurs. Sa mesure exacte est donnée par la boussole elle-même. Pour cela on adjoint à l'appareil deux résistances, l'une R égale à la résistance de l'enroulement principal, l'autre R' égale à la résistance de la bobine auxiliaire. Dans la mesure du courant principal, la résisrance R est en série avec la bobine auxiliaire traversée par le courant I'. La mesure du courant principal effectuée, un commutateur envoie le courant I' dans l'enroulement principal auquel on a connecté en série la résistance R'. La valeur du courant reste ainsi la même et cette valeur peut être déterminée correctement par la déviation de l'aiguille, l'instrument fonctionnant alors comme une boussole ordinaire des tangentes.

Incidemment, l'auteur indique un nouveau dispositif d'amortissement qu'il a appliqué dans cet appareil. Le système oscillant porte une palette plongeant dans un liquide dont on peut faire varier le niveau par l'élévation ou l'abaissement d'un réservoir. Quand les oscillations sont grandes, on les amortit rapidement en élevant le niveau; quand elles sont amorties, on abaisse le niveau au-dessous de la palette de façon à supprimer tout frottement nuisible.

(¹) Marcel CHOPIN, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 151, 5 déc. 1910, p. 1037.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique (suite) (¹),

Par MM. FERNAND PAYEN et PAUL WEISS.

La commune, qui peut accorder des concessions en vue de distribuer l'éclairage, peut-elle également accorder des concessions avec privilège en vue de distribuer la force motrice ?

La question est actuellement tranchée par l'article 8 de la loi de 1906 : « L'acte par lequel une commune donne la concession de l'éclairage public et privé sur tout ou partie de son territoire, peut stipuler que le concessionnaire aura seul le droit d'utiliser les voies publiques dépendant de la commune, en vue de pourvoir à l'éclairage électrique par une distribution publique d'énergie *sans que* ce privilège puisse s'étendre à l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage. »

Le privilège s'applique exclusivement à l'éclairage.

Mais avant la loi de 1906 la question était très controversée. Certains auteurs ont soutenu (²) que dans la cité moderne la force motrice à domicile est devenue un besoin au même titre que l'eau, le chauffage et l'éclairage, et que par conséquent le corps municipal est compétent pour organiser par voie de concession le service public de distribution de l'énergie électrique à domicile; il paraîtrait illogique, disent-ils à l'appui de leur thèse, de séparer l'éclairage de la force motrice par l'électricité, alors qu'on les laisse réunis pour le gaz; tous les inconvénients des canalisations parallèles subsisteraient au grand détriment de la ville elle-même et de ses habitants.

Mais cette théorie, pour séduisante qu'elle soit, n'a jamais été admise par l'administration qui en toutes circonstances s'est opposée à l'établissement des monopoles de force motrice.

Le 25 août 1893, le Ministre des Travaux publics écrivait au Préfet du Rhône :

« La compétence de la commune, du département et en général des établissements publics, quant aux objets confiés à leur vigilance, est déterminée limitativement par la loi municipale, par la loi sur les conseils généraux ou par des lois spéciales.

» La concession de distribution de l'électricité pour force motrice ou pour tous autres usages n'est attribuée par aucune loi à la commune ou aux départements, et par suite elle reste dans les attributions de l'Etat. »

La même thèse avait été présentée à la Chambre pendant la égislature qui précéda le vote de la loi, par M. Berthelot, alors rapporteur du projet de loi, comme résumant, à l'heure où il écrivait, l'état de la législation.

D'après le rapporteur, les clauses concernant la fourniture de l'énergie électrique pour les usages industriels sortent de la compétence municipale. Les communes, en effet, n'ont pas une capacité illimitée. Elles doivent, comme les autres établissements publics, se renfermer dans le cercle des attributions qui leur sont assignées par la loi. Le transport, la distribution et la vente de l'énergie constituent des opérations commerciales et industrielles étrangères aux attributions légales des conseils municipaux. Ni la loi du 5 avril 1884, ni aucune autre loi n'ayant compris parmi les objets confiés à la sollicitude des corps municipaux la fourniture de la force motrice ou de l'énergie électrique aux habitants, le corps municipal est actuellement sans compétence pour régler les tarifs et les conditions d'exploitation des distributions d'énergie dans la commune.

La question, nous l'avons dit, restait cependant controversée et certaines communes avaient accordé à des concessionnaires le droit exclusif de poser sur les voies de la commune des canalisations pour la distribution de la force motrice.

* * *

Quelle est aujourd'hui la situation de ces concessionnaires ?

Peuvent-ils invoquer la loi de 1906 qui déclare « maintenir dans leur forme et teneur les concessions antérieures » ?

Nous croyons que la loi de 1906 n'a pas pu avoir pour effet de donner aux concessions antérieures plus de valeur et de portée qu'elles n'en avaient par elles-mêmes. Si donc la question de la validité d'une de ces concessions antérieures à 1906 vient à se poser, nous croyons que cette question doit être examinée en elle-même, d'après les règles en vigueur avant 1906.

La jurisprudence ne paraît pas s'être prononcée. Nous pensons que le monopole pour la distribution de la force motrice accordé par une commune antérieurement à la loi de 1906, doit être considéré comme valable en ce sens que la commune doit s'interdire pendant la durée de la concession de favoriser sur son territoire l'établissement de distributions faisant concurrence à son concessionnaire, mais cet engagement de la commune ne peut, en aucun cas, lier l'Etat.

En tout cas, les concessionnaires ne sont point pour cela en droit de revendiquer les privilèges que l'Etat accorde aux distributions de lumière, c'est-à-dire l'octroi d'office à la commune en vue de la rétrocession aux entrepreneurs, des permissions de voirie sur les voies administrées par le préfet.

L'administration supérieure serait mal venue à prétendre accorder des permissions de voirie pour l'éclairage sur les voies qu'elle administre, puisque par la circulaire du 25 août 1893 elle a déclaré renoncer à ce droit. Mais en ce qui concerne la force motrice, elle garde sans conteste ce droit, puisque, bien loin d'y avoir renoncé, elle a toujours proclamé qu'elle le refusait aux communes.

En conséquence, dans les communes où le concessionnaire a un monopole de force motrice, ce monopole ne peut en tout cas s'exercer que sur les voies communales, et sur ces voies il ne s'étend qu'à la distribution proprement dite sans pouvoir faire obstacle au passage des lignes de transport destinées à alimenter d'autres communes.

CHAPITRE III.

Concurrence entre entreprises de distribution d'énergie et Compagnies de transports.

Aucune des dispositions de la loi du 15 juin 1906 n'interdit aux entreprises de transport en commun, tramways ou chemins de fer, de distribuer de l'énergie électrique comme peut le faire tout autre entrepreneur.

Il est même le plus souvent conforme à la technique moderne de joindre l'un à l'autre le service des transports et le service de l'éclairage. L'énergie coûte en effet d'autant moins cher qu'elle est produite en plus grandes quantités, et l'adjonction du service de tramways au service de l'éclairage, en régularisant la consommation de l'usine de production d'énergie, facilite grandement l'exploitation.

D'autre part les câbles des tramways une fois posés, ce serait

(¹) Voir *La Revue électrique* des 30 décembre 1910, p. 467, et 13 janvier 1911, p. 47.

(²) SÉE, *Les entreprises de distribution d'énergie électrique.*

faire bien inutilement des dépenses souvent importantes que de poser de nouveaux câbles pour la lumière.

Enfin, il faut considérer que les tramways sont très généralement alimentés par du courant continu, alors que les réseaux d'éclairage sont fréquemment alimentés par du courant alternatif. Si certaines industries ont besoin de courant continu, il est donc très naturel qu'elles s'adressent aux tramways pour éviter des transformations coûteuses, lorsque le concessionnaire ne dispose que du courant alternatif.

La vente de courant par les concessionnaires de chemins de fer ou de tramways semble donc devoir être encouragée, puisqu'elle aboutit à diminuer à la fois le prix de la lumière et le prix du transport. Elle se heurte cependant à de grosses difficultés. Si, en effet, la loi de 1906 ne met pas obstacle à ce que les concessionnaires de tramways ou de chemins de fer distribuent l'éclairage ou la force motrice, il n'en va pas de même des contrats de concession et des cahiers des charges de ces entreprises. Le cahier des charges type des tramways, par exemple, précise qu'un concessionnaire ne peut engager son capital dans des entreprises autres que l'entreprise même du tramway, à moins d'une autorisation spéciale de l'autorité concédante rendue dans la forme de l'acte de concession lui-même, c'est-à-dire par décret, ou même par une loi s'il s'agit d'un chemin de fer d'intérêt local.

Si aucune autorisation de l'autorité concédante n'est intervenue, quelle est la situation de la Compagnie de tramways qui vend de l'énergie ?

Deux hypothèses peuvent se présenter :

Première hypothèse. — La Compagnie ne vend que les excédents d'énergie, c'est-à-dire les quantités qu'elle peut produire avec les machines destinées au service du tramway, soit pendant les périodes de faible trafic, soit d'une façon permanente lorsque, pour assurer la bonne marche du service public des transports, elle a établi des machines de réserve dont le fonctionnement continu n'est pas nécessaire au tramway, mais qui pendant les périodes où le tramway n'en a pas besoin peuvent donner des excédents d'énergie.

Dans cette hypothèse le cahier des charges n'est pas violé, puisque aucune fraction du capital de la Compagnie de tramways n'est employé à une entreprise autre que celle du tramway lui-même.

Il en est de même dans le cas où la Compagnie de tramways ne produisant pas elle-même le courant électrique, mais achetant l'énergie nécessaire à son exploitation, se trouve avoir des excédents (les tramways nogentais se sont trouvés dans cette situation).

Les autorités chargées du contrôle (Ingénieurs, Préfet ou Ministre), n'ont donc pas de raison d'intervenir; ils n'ont même pas à autoriser la vente des excédents. Ils ne peuvent que constater que cette vente ne nuit en rien au fonctionnement des tramways puisqu'elle ne porte en effet que sur des *excédents.*

Il va de soi d'ailleurs que même dans ce cas le concessionnaire ne pourrait établir lui-même les canalisations nécessaires à la distribution de l'énergie puisqu'il serait obligé d'y consacrer une portion de son capital.

Deuxième hypothèse. — La Compagnie de transports emploie une partie de son capital à la distribution de l'énergie. Par exemple, elle achète et fait fonctionner des machines plus puissantes que celles qu'exigerait le fonctionnement normal du tramway; ou bien elle établit elle-même, pour faciliter la vente de l'énergie électrique, des canalisations de distribution.

Dans ce cas elle est exposée aux sanctions administratives prévues par son cahier des charges. Et elle est exposée en outre à des actions judiciaires de la part de ceux à qui cette concurrence illicite préjudice, c'est-à-dire de la part des entrepreneurs de distribution d'énergie électrique.

La Compagnie des tramways électriques de Lille vient d'en faire l'expérience. Elle vendait de l'énergie électrique au public, mais soutenait qu'elle ne cédait que ses excédents, que par conséquent elle ne dépassait pas les droits qu'elle pouvait tenir comme tout autre particulier de la loi de 1906. La Société lilloise d'éclairage électrique a contesté le droit de la Compagnie de tramways et lui a réclamé des dommages-intérêts pour concurrence illégale. Le Tribunal civil de Lille a donné raison aux tramways, mais la Cour de Douai a réformé le jugement du Tribunal de Lille par un arrêt du 11 novembre 1908. La Cour a décidé que la nature de l'entreprise de transport, liée par un contrat de travaux publics, oblige le tramway à se renfermer strictement dans l'objet de sa concession que si la vente des excédents d'énergie peut à la rigueur être considérée comme l'accessoire licite de l'exploitation du tramway, c'est à la condition que la Société se borne rigoureusement à la vente des véritables excédents que lui imposait la marche de ses services, mais qu'en l'espèce il était loin d'en être ainsi puisque la Société des tramways a installé des machines d'une puissance bien supérieure à ce qui lui est nécessaire, pour le commerce de l'énergie et qu'elle exerce ainsi une autre industrie que celle pour laquelle elle a été créée; en conséquence la Cour dit que la Compagnie des tramways fait commerce de force motrice sans y avoir été régulièrement autorisée par le pouvoir concédant, et lui fait défense de continuer la vente de ces prétendus excédents, et en général de faire tout commerce d'électricité.

Cet arrêt paraît à l'abri de toute critique. Il a été déféré à la Cour de Cassation; mais celle-ci a, le 18 avril 1910, rejeté le pourvoi, ne faisant en cela que se conformer à sa jurisprudence antérieure (¹).

En vain dirait-on que les tribunaux civils ne sont pas compétents pour interpréter des contrats de concessions ou de permissions de voirie qui sont des actes administratifs, La Cour de Cassation a répondu sur ce point que « si les tribunaux civils sont incompétents pour interpréter des actes administratifs, ils peuvent au contraire en faire l'application quand leurs dispositions ne présentent aucune ambiguïté;

» Qu'un arrêté préfectoral du 21 février 1906 ayant autorisé la Compagnie des tramways à vendre aux particuliers, sans aucune augmentation de son outillage, les excédents d'énergie électrique qu'elle n'employait pas pour les besoins de son réseau, il s'est agi de savoir dans l'espèce si, par les ventes qu'elle avait faites, la Compagnie des tramways avait enfreint les prescriptions claires et précises de cet arrêté et fait à la Société lilloise d'éclairage électrique une concurrence illicite;

» Qu'en décidant en fait que la Compagnie demanderesse en Cassation avait installé de nouvelles machines produisant moitié plus d'énergie que n'en exigeait son service de transports dans la période la plus intense, et qu'elle avait ainsi organisé, dans un but de spéculation, un trafic habituel et réglé d'électricité, l'arrêt attaqué n'a fait que constater des faits accomplis en dehors des conditions prévues par l'arrêté de 1906 et tirer de ces faits leurs conséquences juridiques. »

Et la Cour de Cassation conclut que la décision de la Cour de Douai n'empiète en aucune façon sur le domaine administratif que le pourvoi doit donc être rejeté.

***

Pour vendre plus que ses excédents il faut donc que le concessionnaire se fasse régulièrement autoriser par l'autorité qui a concédé le tramway.

Le Conseil d'État paraissait jusqu'à présent peu favorable à la distribution de l'énergie par les tramways. Il exigeait que les usines spéciales appartenant à la Compagnie restassent affectées au service du tramway de façon à faire retour au pouvoir concédant en fin de concession. Cette jurisprudence était peu favorable au développement de l'industrie des tramways et à celui de l'industrie de la distribution d'énergie électrique.

L'usine représente une si faible valeur dans l'ensemble d'une concession de tramway, qu'il paraît préférable de donner aux

(¹) Sur la question de concurrence illicite de la part d'une Compagnie de chemins de fer qui ne se renferme pas dans les limites à elle assignées par ses statuts et par son contrat de concession, *cf.* Chemins de fer de l'Est contre Lamarche, 5 juillet 1865. Sirey, 1865, I, p. 441, et Notes.



tramways la faculté de se procurer du courant soit en ayant eux-mêmes une usine mixte, soit en s'adressant à une de ces usines centrales qui commencent à se créer dans tous les grands centres industriels.

Il suffit, pour sauvegarder les intérêts du pouvoir concédant, que celui-ci puisse, en fin de concession ou en cas de rachat, se substituer au concessionnaire pendant un temps déterminé.

Ce sont ces principes plus libéraux qui viennent d'être récemment appliqués aux tramways suburbains de Nancy, lesquels ont été autorisés par décret à employer une partie de leur capital à la distribution de l'énergie. Il est désirable que le Conseil d'État persévère dans cette voie nouvelle, qu'exige impérieusement la technique moderne.

Quelles que soient les conditions dans lesquelles il vend l'énergie, qu'il vende seulement ses excédents ou qu'il ait été autorisé à produire l'énergie en vue de la vente, le concessionnaire de tramway est tenu dans tous les cas de se mettre en règle avec la loi de 1905.

Il va de soi en effet que les tramways n'ont pas, au regard de la loi de 1906, une situation privilégiée; ils sont soumis aux mêmes prescriptions que les autres entrepreneurs; ils doivent, en particulier, se munir des mêmes autorisations sans que le droit qu'ils ont obtenu de placer des câbles sur la voie publique pour le service des tramways puisse leur tenir lieu de ces autorisations.

L'autorité qui a accordé la concession du chemin de fer ou du tramway n'a en effet pas à intervenir pour la délivrance de ces autorisations; elle n'a qu'un droit, celui de veiller à ce que le cahier des charges qui régit les conditions des transports soit exactement observé. C'est l'autorité qui est chargée de l'application de la loi de 1906 qui seule peut autoriser soit par voie de concession, soit par voie de permission, l'occupation du domaine public pour le tramway en vue de la distribution d'énergie électrique.

* * *

La situation la plus normale, celle qui sauvegarde le mieux les intérêts du public et ceux des concessionnaires concurrents, c'est pour une compagnie de tramways de demander, en vue de la distribution de l'énergie, une concession. Mais la compagnie peut, si elle le préfère, se placer sous le régime de la permission de voirie; elle devra seulement, dans ce dernier cas, se conformer à toutes les formalités du décret du 3 avril 1908.

Il importe peu d'ailleurs que les branchements nouveaux à établir soient ou non sur le domaine public. Il faut une permission de voirie même pour autoriser les tramways à faire passer le courant destiné à être vendu dans les artères établies sur la voie publique pour le service du tramway.

C'est ce qui a été décidé récemment par le Comité permanent d'électricité à l'occasion d'une difficulté qui intéressait la Compagnie des tramways de l'Est Parisien.

L'Est Parisien fournissait du courant à MM. Sulzer, demeurant 7, avenue de la République, au moyen d'une sous-station établie au n° 5 de la même avenue, et cela sans emprunter en aucun point le domaine public entre la sous-station et l'usine de MM. Sulzer.

« Considérant, dit le Comité, que la Compagnie de l'Est Parisien a été autorisée par le décret du 6 juillet 1901 à employer une partie de son capital pour fournir de l'énergie à la Ville pour l'éclairage de rues et avenues déterminées, mais que ladite Compagnie ne peut se prévaloir de cette autorisation pour vendre de l'énergie à des tiers;

» Qu'elle ne peut, sans excéder les limites de la concession qui lui a été faite, employer une partie de son capital au commerce de l'énergie électrique, à moins d'une autorisation spéciale du pouvoir concédant, rendue dans les mêmes formes que l'acte de concession lui-même;

» Considérant toutefois que la fourniture de l'énergie à MM. Sulzer est une opération exceptionnelle, de minime importance justifiée par les relations de bon voisinage; que la décision ministérielle du 18 mai 1905 a constaté que la Compagnie n'engageait pas son capital en effectuant cette fourniture;

» Que, par conséquent, la Compagnie ne doit pas être considérée comme contrevenant à l'objet de sa concession en vendant de l'énergie à MM. Sulzer;

» Mais considérant que ni l'autorisation accordée par le pouvoir concédant à une Compagnie de tramways d'engager son capital dans une entreprise autre que la construction ou l'exploitation du tramway, ni l'autorisation exceptionnelle à elle donnée par le Ministre de vendre des excédents d'énergie ne sauraient dispenser la Compagnie de demander les autorisations de voirie nécessaires pour lui permettre d'occuper le domaine public en vue de la distribution de l'énergie à des tiers;

» Considérant que la Compagnie de tramways, en fournissant de l'énergie à MM. Sulzer, fait usage, pour transporter le courant, d'artères établies sur la voie publique;

» Considérant que ces artères ont été établies sur le domaine public pour le service du tramway en vertu de l'acte de concession dudit tramway, qu'aucune autre destination ne peut leur être donnée si ce n'est en vertu d'une permission de l'autorité compétente pour autoriser l'occupation du domaine public en vue de la nouvelle destination;

» Considérant qu'en employant lesdites artères au transport du courant destiné à la vente à un tiers, la Compagnie des tramways fait acte de distribution;

» Qu'une pareille distribution ne peut avoir lieu si ce n'est en vertu d'une permission de voirie ou d'une concession dans les conditions prévues par l'article 3 de la loi du 15 juin 1906 et moyennant payement des redevances pour l'occupation du domaine public fixées en conformité du décret du 17 octobre 1907,

» Par ces motifs, est d'avis :

» 1° Que la Compagnie des tramways de l'Est Parisien ne peut continuer la fourniture de l'énergie électrique à MM. Sulzer frères, au moyen d'artères empruntant la voie publique sans en demander l'autorisation dans les formes prévues par la loi du 15 juin 1906;

» 2° Que si la Compagnie de l'Est Parisien sollicite une pareille autorisation de M. le Préfet de la Seine, cette autorisation peut lui être accordée, sous la réserve qu'il ne s'agira que de l'emploi de l'énergie à tous usages autres que l'éclairage ou de son emploi accessoire pour l'éclairage de locaux dans lesquels l'énergie est ainsi utilisée, et qu'il sera imposé au demandeur, notamment en ce qui concerne les redevances pour l'occupation du domaine public, des conditions équivalentes à celles imposées au concessionnaire de la distribution de l'énergie à Paris, dans la mesure où ces conditions sont susceptibles d'être communes à une permission de voirie et à une concession municipale. »

Notons comme conséquence de ces décisions que si le tramway veut employer ses artères à la vente au public, il est tenu de payer la redevance prévue par la loi de 1906, et les décrets de 1908 pour toute la longueur des artères depuis l'usine jusqu'aux points de consommation, et non pas seulement sur le branchement établi sur la voie publique.

Il est entièrement assimilé à un concessionnaire ou permissionnaire qui prendrait son courant à un service central et payerait pour toute la longueur de ses artères.

(*A suivre.*)

FERDINAND PAYEN,
Avocat à la Cour d'Appel;

PAUL WEISS,
Ingénieur en chef des Mines.

Décret du Ministre du Commerce et de l'Industrie fixant les conditions du fonctionnement du régime de l'admission temporaire des fils d'acier destinés à la fabrication des câbles sous-marins.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre du Commerce et de l'Industrie et du Ministre des Finances,



Vu l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836;
Vu l'article 13 de la loi du 11 janvier 1892;
Vu l'article 2 de la loi du 29 mars 1910, ainsi conçu :
« Le bénéfice de l'admission temporaire est accordé aux fils d'acier destinés à la fabrication des câbles sous-marins, autres que ceux qui sont destinés à relier la métropole à ses colonies ou ses colonies entre elles »;
Vu l'article 2 du décret du 9 janvier 1870;
Vu l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures,

Décrète :

Article premier. — Les opérations d'entrée et de sortie des fils d'acier introduits sous le régime de l'admission temporaire en vue de la fabrication des câbles sous-marins devront s'effectuer par le bureau de Calais. Toutefois, le Ministre des Finances aura la faculté de désigner d'autres bureaux lorsque la nécessité en sera reconnue.

Art. 2. — Il devra être justifié, dans les formes réglementaires, du transport des fils d'acier à l'usine.

Art. 3. — Les réexportations auront lieu à l'identique dans un délai de six mois au plus.

Indépendamment des mesures ordinaires de vérification, des échantillons seront prélevés pour assurer l'identification des fils composant les câbles présentés à la compensation avec les fils importés.

A cet effet, les déclarations à l'entrée et à la sortie indiqueront la nature et le diamètre des fils, la qualité du métal (trempant ou non) ainsi que la résistance par millimètre carré de section.

Ces énonciations seront contrôlées par le service des laboratoires.

A l'appui des déclarations de réexportation, le soumissionnaire devra produire des extraits de ses livres de fabrication certifiés conformes par l'autorité compétente et spécifiant la longueur des câbles à exporter.

Art. 4. — Le Ministre du Commerce et de l'Industrie et le Ministre des Finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 5 janvier 1911.

A. Fallières.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Finances,
L.-L. Klotz.
Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,
Jean Dupuy.

(*Journal officiel* du 8 janvier 1911.)

Décret du Ministre des Finances modifiant ou complétant les Tableaux A, B et C annexés au Tableau du 4 septembre 1901 (sels destinés à l'industrie).

Le Président de la République française,
Sur le rapport du Ministre des Finances,
Vu l'avis du Comité consultatif des Arts et Manufactures;
Vu l'article 12 de la loi du 17 juin 1840;
Vu le décret du 4 septembre 1901, portant règlement d'administration publique, en exécution de ladite loi, sur la livraison en franchise du droit de consommation des sels destinés à l'industrie;
La section des finances, de la guerre, de la marine et des colonies du Conseil d'État, entendue,

Décrète :

Article premier. — Les Tableaux A, B (2e et 3e partie) et C, annexés au décret du 4 septembre 1901, sont modifiés ou complétés comme suit :

Tableau A.

Désignation des industries.	Procédés de dénaturation.
Émail pour faïence et porcelaine (préparation de l')	Addition à 100 kg de sel de 25 kg de quartz, de feldspath, de pegmatites ou de tessons, ou d'un mélange de ces matières préalablement réduites en poudre assez fine pour former un mélange homogène avec les sels à dénaturer.
....	....

Tableau B.

Désignation des industries.	Procédés de dénaturation.
Deuxième partie.	
....	....
Troisième partie.	
....	....
Piles électriques (alimentation des).	A 1000 kg de sel, addition de 6 kg de peroxyde de fer.

Tableau C.

Désignation des industries.	Procédés de dénaturation.
....	....
Charbons agglomérés (fabrication des)..................	A 1000 kg de sel, addition de 2 kg de goudron de houille.



ART. 2. — Le Ministre des Finances est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 27 décembre 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Finances,
L.-L. KLOTZ.

(*Journal officiel* du 4 janvier 1911.)

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes modifiant l'organisation du service du contrôle de l'exploitation technique des distributions d'énergie électrique dans le département de la Vienne.

Aux termes d'un arrêté du 11 janvier 1911, est modifiée ainsi qu'il suit l'organisation du service du contrôle de l'exploitation technique des distributions d'énergie électrique dans le département de la Vienne, précédemment réglée par arrêté du 3 avril 1908, savoir :

Ingénieurs du contrôle.

M. Antin, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, à Poitiers : contrôle de la Société d'électricité de Poitiers et de toutes les entreprises actuelles ou futures au sud de Poitiers.

M. Parent, ingénieur ordinaire des Mines à Tours : contrôle de toutes les entreprises actuelles ou futures au nord de Poitiers, sauf les entreprises actuelles ou futures au nord de Poitiers, sauf les extensions de la Société d'électricité de Poitiers.

Agents du contrôle.

Adjoint à M. l'ingénieur Antin, M. Langelier, sous-ingénieur des Ponts et Chaussées à Poitiers.

Adjoint à M. l'ingénieur Parent, M. Ravaudet, contrôleur des Mines à Tours.

Ces dispositions auront leur effet à dater du 16 janvier 1911.

(*Journal officiel* du 13 janvier 1911.)

Errata à la loi du 28 décembre 1910 portant codification des lois ouvrières (Livre Ier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), parue dans *La Revue électrique* du 13 janvier 1911.

Page 54, 2e colonne, article 78, 3e ligne, *au lieu de* « A ce registre sera joint un répertoire où seront placées », *lire* « A ce registre sera joint un répertoire où seront classées »;

Article 82, 5e ligne, *au lieu de* « ... qui seraient prises en vertu de l'article 72 et de l'article 93 », *lire* « ... qui seraient prises en vertu de l'article 72 et de l'article 83 ».

Arrêté nommant des membres du Comité permanent d'Électricité pour les années 1911 et 1912.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes;

Vu les articles 16 et 20 de la loi du 15 juin 1906, sur les distributions d'énergie électrique;

Vu le décret du 7 février 1907, modifié par décrets des 14 janvier et 15 juillet 1910,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Sont nommés membres du Comité permanent d'électricité, pour les années 1911 et 1912 :

BERTHELOT (André), administrateur délégué de la Compagnie du chemin de fer métropolitain de Paris.

BOUTAN, directeur de la Compagnie du gaz de Lyon.

BRACHET, directeur du Service électrique des Champs-Elysées.

BRYLINSKI, sous-directeur de la Société du Triphasé.

CORDIER, directeur général de la Société Energie électrique du littoral méditerranéen.

EQUER, administrateur délégué de la Compagnie générale parisienne des tramways.

GUILLAIN, président du Conseil d'administration de la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston.

HARLÉ, de la maison Sauter-Harlé et Cie.

HILLAIRET, ingénieur constructeur.

LABOUR, directeur de la Société d'éclairage électrique.

MEYER (Ferdinand), directeur de la Compagnie continentale Edison.

PAVIE, administrateur délégué de la Compagnie générale française de tramways.

PICOU, ingénieur des Arts et Manufactures.

SARTIAUX (Albert), ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie du chemin de fer du Nord.

SÉE (Raymond), président de la Commission d'exploitation du Syndicat des Usines d'électricité.

MARINGER, conseiller d'Etat, directeur de l'administration départementale et communale du Ministère de l'Intérieur.

MICHAUX, membre du Comité consultatif de la vicinalité au Ministère de l'Intérieur.

LAURIOL, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la Ville de Paris.

BELUGOU, ingénieur en chef de la direction des services télégraphiques de Paris.

MAUREAU, ingénieur en chef des télégraphes.

DEVAUX-CHARBONNEL, ingénieur des Télégraphes.

Le colonel BERTRAND, directeur du matériel du Génie à Paris.

Le chef de bataillon FERRIÉ, attaché à l'établissement central du matériel de télégraphe militaire.

Le chef d'escadron CORDIER, de la section technique de l'Artillerie.

DABAT, directeur de l'hydraulique et des améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture.

TAVERNIER (René), ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, inspecteur général de l'hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture.

TROTE, ingénieur ordinaire faisant fonctions d'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chef du Service technique hydraulique au Ministère de l'Agriculture.

DE PRÉAUDEAU, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

MONMERQUÉ, ingénieur des Ponts et Chaussées.

WEISS, ingénieur en chef des Mines.

ART. 2. — Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 9 janvier 1911.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
L. PUECH.

(*Journal officiel* du 13 janvier 1911.)

Arrêté nommant le président, le vice-président, le secrétaire et les secrétaires-adjoints du Comité permanent d'Électricité pour l'année 1911.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu le décret du 7 février 1907, modifié par décrets des 14 janvier et 15 juillet 1910, sur l'organisation du Comité permanent d'électricité;



Vu le décret du 9 janvier 1911, portant nomination des membres du Comité pour les années 1911 et 1912;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Sont nommés, pour l'année 1911 :

Président du Comité permanent d'électricité, M. DE PRÉAUDEAU, inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Vice-président du Comité permanent d'électricité : M. GUILLAIN, président du Conseil d'administration de la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston.

Secrétaire du Comité permanent d'électricité : M. MONMERQUÉ, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

ART. 2. — MM. OURSON, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, et GIROUSSE, ingénieur des Télégraphes, sont attachés au Comité permanent d'électricité, en qualité de secrétaires adjoints, pour l'année 1911.

Paris, le 9 janvier 1911.

L. PUECH.

(*Journal officiel* du 13 janvier 1911.)

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société des forces motrices du Refrain. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 3 septembre 1910, nous extrayons ce qui suit :

Les recettes pour vente de force et lumière se sont élevées à la somme de 513 522,39 fr.

BILAN AU 30 JUIN 1910.

Actif.

	fr
Immeubles	1339529,91
Travaux d'art	1762695,77
Travaux électriques	2249570,15
Travaux mécaniques	378607,35
Compte de travaux en cours (matériel)	38644,85
Marchandises en approvisionnement	57870 »
Mobilier	11626 »
Outillage	37377 »
Compteurs	32868,70
Frais de constitution	69880 »
Débiteurs divers	94364,25
Caisse	110,20
Banquiers	183088,15
Effets à recevoir	622,95
Marchandises générales	107411,15
Total	6364266,43

Passif.

Capital actions	3000000 »
Capital obligations	3000000 »
Provision sur annuité au 1er juillet 1910	63750 »
Coupons non encaissés	4831,85
Créanciers divers	69500,10
Fonds d'amortissement	18000 »
Fonds de renouvellement	50785 »
Profits et Pertes	157399,48
Total	6364266,43

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Doit.

Provision pour intérêts sur capital obligations	120000 »
Frais généraux	61709,57
Frais d'exploitation (Ronchamp 51594,90 fr)	99779,70
Réfection aux immeubles	1188,30
Intérêts en banque et commissions	3444,16
Divers	500 »
Fonds d'amortissement	18000 »
Fonds de renouvellement	50785 »
Amortissement sur compte de mobilier	1291,55
Amortissement sur compte d'outillage	4153,05
Amortissement sur compte de marchandises en approvisionnement	6428,32
Amortissement sur compte frais de constitution	7764,76
Solde	157399,48
Total	532443,89

Avoir.

Exploitation force et lumière	513522,39
Bénéfice sur installations et marchandises	11100,85
Escomptes sur factures	2569,10
Loyer des immeubles	2865,85
Recettes diverses	2385,70
Total	532443,89

INFORMATIONS DIVERSES.

Téléphonie. — NOUVELLE APPLICATION DU TÉLÉGRAPHONE. — Au dernier Congrès des techniciens à Copenhague, des difficultés se manifestèrent quant à la transcription des rapports oraux, et du fait que les orateurs s'exprimaient en diverses langues et que les sténographes présents ne possédaient pas les connaissances linguistiques et techniques suffisantes pour pouvoir suivre les discussions. On fit par conséquent emploi du télégraphone de Poulsen. Des microphones reliés électriquement à deux télégraphones installés dans un local voisin furent placés devant les orateurs. Chaque bobine de télégraphone contenait environ 1 km de fil d'acier, lequel suffisait pour l'enregistrement d'un discours de 10 minutes. Les appareils travaillaient alternativement. Lorsque le fil de l'un était utilisé, l'autre était mis en circuit et l'on avait ainsi le temps de changer le fil du premier appareil. Les discours durèrent 40 heures, de sorte qu'on dut utiliser 240 km de fil. La reproduction de chacun des discours enregistrés fut confiée à un ingénieur possédant les langues, ainsi que les matières traitées; celui-ci dictait les mots rendus par le télégraphone à un sténographe.

Électrochimie. — NOUVELLE USINE POUR LA FABRICATION DE LA POTASSE ET DU CHLORE A NIAGARA FALLS. — Cette usine, dont la mise en service date seulement du 1er janvier 1911, utilise le procédé à diaphragme Biliter de la Société Siemens et Halske. La liqueur alcaline obtenue titre 18 pour 100 de potasse; le rendement commercial en ampères-heure est de 97 pour 100. Un bac, alimenté par un courant de 1000 ampères sous 3,75 volts, fournit en 24 heures 130 kg de potasse solide à 90 pour 100. Le chlore obtenu est en partie transformé en acide chlorhydrique par le procédé Roberts; une autre partie est liquéfiée et vendue sous cette forme pour le blanchiement. On se propose d'ailleurs de fabriquer aussi divers composés chlorés : tétrachlorure de carbone, chlorate de potassium, chlorure de chaux, tétrachlorure d'acétylène, chlorure de zinc, chlorures et oxychlorures de métalloïdes

Tome XV. **N° 171. — 10 février 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

L'utilisation des richesses hydrauliques de la Suède et de la Norvège est depuis quelques années en voie de progression rapide. Sur les 8600000 chevaux qui, d'après les évaluations de Lubeck, forment la puissance hydraulique disponible des deux pays, 500000 seulement étaient utilisés en 1900; neuf ans plus tard, en 1909, il y en avait 1100000, soit plus du double.

La majeure partie de la puissance captée depuis 1900 est convertie en puissance électrique alimentant des usines électrochimiques et des réseaux de distribution de force motrice. Dans une communication faite l'an dernier devant l'Institution of Electrical Engineers, de Londres, M. V. CLAYTON donnait la description de quelques-unes des **usines hydro-électriques de la Suède.** Une analyse de la première partie de cette communication est donnée plus loin (p. 113). On y trouvera la description succincte de l'usine génératrice d'Alby, relativement ancienne, sa mise en exploitation datant de la fin de 1899, et celle de l'usine de Gullspang, de création plus récente. La puissance de la première atteint près de 10000 chevaux utilisés presque complètement à la fabrication du chlorate de potassium et du carbure de calcium; la puissance de la seconde est pour le moment de 6500 chevaux dont 5500, produits par 5 groupes générateurs, sont envoyés sous forme de courants à 10000 volts à 5 fours à carbure nouvellement installés aux usines d'Alby. Une description plus détaillée est donnée ensuite de l'usine de Gullspang, qui, comme beaucoup d'usines suédoises d'ailleurs, dispose d'un lac régulateur, le lac de Skagen, lui permettant d'utiliser en tout temps un débit de 62 m^3 : sec sous une chute de 21,5 m. La puissance totale des groupes actuellement installés est de 16500 chevaux, mais les ouvrages hydrauliques ont été construits pour un débit correspondant à 25000 chevaux; cette puissance est transmise, sous forme de courants triphasés à 40000 volts, jusqu'à une distance de 80 km.

*
* *

La formule de Helmholtz, donnant la force électromotrice d'un élément de pile en fonction de l'énergie chimique des substances entrant en réaction, ne peut être que bien rarement utilisée en pratique : il faudrait en effet, pour faire le calcul de la force électromotrice au moyen de cette formule, savoir comment l'énergie varie avec la température, ce qui implique la connaissance de plusieurs quantités imparfaitement déterminées jusqu'ici, en particulier celle de la chaleur spécifique des corps en fonction de la température.

Aussi la contribution apportée par le savant chimiste M. NERNST à la théorie des éléments galva-

niques (p. 118) est-elle intéressante à ce point de vue? Elle montre que pour certains éléments il est néanmoins possible, avec nos connaissances actuelles, d'utiliser la formule de Helmholtz et que les résultats ainsi trouvés concordent, à quelques millièmes près, avec les résultats de l'expérience.

*
* *

Dans un mémoire récemment publié par la Société des Ingénieurs civils, M. Dehenne s'étend longuement sur les **appareils de levage à commande électrique**. L'analyse qui en est donnée pages 126 à 131 montre que, malgré l'étendue du sujet traité, l'auteur a su mettre en relief les points les plus importants de la question. Parmi ceux-ci, signalons celui qui se rapporte aux ascenseurs électriques dont le développement est assuré, non seulement par leur facilité de manœuvre, mais encore par l'économie de premier établissement et d'entretien qu'ils permettent de réaliser sur les ascenseurs hydrauliques : d'après M. Dehenne il faudrait que l'eau sous pression fût vendue à Paris 0,10 fr le mètre cube (au lieu de 0,60 fr) pour que l'ascenseur hydraulique puisse de nouveau entrer en lutte avec l'ascenseur électrique ou hydroélectrique.

Le **calcul des rhéostats de démarrage,** quoique ne présentant pas de difficultés sérieuses, est néanmoins assez long lorsqu'il s'agit de rhéostats destinés à des moteurs puissants et présentant un nombre considérable de résistances. On trouvera pages 130 et suivantes une méthode simple indiquée par M. Edler pour la détermination graphique de la résistance de chacune des parties du rhéostat.

*
* *

L'article que publie M. Devaux sur l'**électrolyse due aux courants de retour** (p. 135) vient apporter une nouvelle contribution à la conception que nous devons nous faire du mécanisme des cette électrolyse. Pendant longtemps on a cru qu'à la surface de contact d'un rail ou d'une canalisation et du sol existait une force électromotrice de polarisation, et c'est d'après cette opinion qu'ont été élaborés les règlements administratifs limitant à un certain nombre de volts (de 3 à 7 suivant les pays) la différence de potentiel pouvant exister entre les rails et les conduites. Des expériences exécutées par M. Claude et relatées dans une communication faite en 1900 à la Société internationale des Électriciens [1] ont montré que cette force électromotrice de polarisation n'existe pas en réalité; en effet, si l'on relie une file de rails à une conduite métallique par un circuit contenant une batterie d'accumulateurs et un rhéostat, on trouve que l'intensité du courant dans ce circuit augmente régulièrement à mesure que la tension augmente, alors que cette intensité devrait rester à peu près nulle jusqu'au moment où la différence de potentiel serait égale à la somme des forces électromotrices de polarisation si celles-ci existaient. Le sol se comporte donc comme un conducteur ordinaire et non comme un conducteur électrolytique.

Cette nouvelle conception du rôle de la terre dans la conduction des courants de retour semblerait devoir conduire à cette conséquence que toute différence de potentiel entre rails et conduites est dangereuse pour celles-ci puisque, si petite que soit cette différence de potentiel, elle donnera naissance à un courant dans les conduites. Mais cette conséquence implique une hypothèse : c'est que le sol se comporte comme un isolant par rapport à la conduite métallique. Or cette hypothèse, généralement admise plus ou moins explicitement par les divers auteurs qui se sont occupés de la question, n'est nullement évidente. Certes il n'est pas douteux qu'à section égale un conducteur constitué par de la terre n'ait une résistance énormément plus grande qu'une conduite métallique, bien que dans celle-ci les joints donnent lieu à une augmentation notable de la résistance; en d'autres termes il est certain que la résistivité moyenne des couches du sol dépasse de beaucoup la résistivité moyenne des matériaux constituant une canalisation. Mais il ne faut pas oublier que le conducteur sol a une section indéfinie et qu'en raison de l'épanouissement des lignes de courant dans le sol la résistance entre deux points du sol peut être très inférieure à la résistance d'une canalisation métallique joignant ces deux points. Par suite cette canalisation doit se comporter comme un conducteur shunté par une résistance très faible; et elle ne sera parcourue que par une fraction très petite du courant total de retour. On conçoit dès lors que cette conduite puisse ne subir que des dégâts électrolytiques insignifiants, même s'il existe une différence de potentiel très importante entre ses extrémités.

C'est à cette nouvelle conception du rôle de la terre qu'a été conduit M. Devaux en s'appuyant tant sur les expériences de M. Claude que sur celles plus récentes de MM. Cunliffe. M. Devaux en tire cette conséquence que la mesure de la différence de potentiel entre les rails et une conduite ne peut en rien renseigner sur les conditions où se trouve cette conduite au point de vue de l'électrolyse; il serait préférable de déterminer, par exemple, par la méthode indiquée antérieurement par M. Claude, la valeur de l'intensité du courant qui la parcourt. Une autre conséquence générale est que la zone

[1] *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, t. XVIII, 6 juin 1900, p. 238-261.

dangereuse est dans le voisinage immédiat des prises de terre de l'usine; là, en effet, par suite de la concentration des lignes de courant vers ces prises de terre, la section du sol livrant passage au courant de retour devient plus petite et la résistance du sol ne peut plus être regardée comme négligeable par rapport à celle des conduites métalliques.

Retenons encore de l'étude de M. Devaux cette conclusion que les règlements des pays européens, bien qu'établis sur des bases inexactes, constituent une protection efficace contre l'électrolyse par les courants de retour. C'est un résultat intéressant qui ne peut que contribuer à fortifier l'opinion émise par plusieurs éminents ingénieurs, à la suite des essais faits entre Saint-Maurice et Lausanne et dans les environs de Grenoble, qu'il est aujourd'hui pratiquement possible d'utiliser la terre comme circuit de retour dans les grandes transmissions d'énergie [1].

* * *

En développant les relations internationales, les compagnies de transport ont senti les premières la nécessité de l'**unification des filetages** des vis et des écrous entrant dans l'assemblage des diverses pièces de leur matériel. Aussi n'ont-elles pas ménagé leur appui à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale lorsque celle-ci, sur l'initiative de M. Sauvage, prit, en 1891, la résolution d'étudier des règles de filetage basées sur le système métrique et susceptibles de recevoir l'approbation des pays où ce système est employé. Dès l'année 1898 les efforts de la Société d'Encouragement se trouvaient récompensés par l'adoption de ces règles, après quelques légères modifications, par un Congrès international tenu à Zurich.

Mais ces règles ne s'appliquaient qu'aux grosses vis de plus de 6 mm de diamètre, dites de la série mécanique normale Les raisons qui avaient motivé leur adoption étaient tout aussi péremptoires pour l'adoption de règles analogues concernant les vis de diamètre inférieur à 6 mm. Comme, par suite du développement de la construction des appareils électriques, la question intéressait particulièrement le Syndicat des Industries électriques, M. Eug. Sartiaux, président de ce Syndicat, fut chargé, en 1903, d'entrer en relations avec la Société d'Encouragement en vue d'étendre aux petites vis le système internationalement adopté pour les grosses vis. L'article que nous publions, pages 140 à 142, indique comment, à la suite d'études fort importantes de M. Zetter, aujourd'hui président du Syndicat des Industries électriques, la question fut résolue.

Plus récemment, et sur l'initiative de M. Maurice Picard, le système a été étendu aux très petites vis, les vis de la série horlogère, de sorte qu'aujourd'hui la fabrication de toutes les vis depuis 30 mm jusqu'à 0,4 mm peut être réalisée suivant les règles édictées par la Société d'Encouragement.

Mais il ne suffit pas d'édicter des règles, il convient encore de les faire appliquer. Or en pareille matière on ne peut nécessairement avoir recours qu'à la persuasion et à la vulgarisation. C'est ce qu'a compris la maison Appareillage électrique Grivolas dont M. Zetter est le directeur, qui a créé un outillage spécial en vue de la fabrication des vis suivant les règles de la Société d'Encouragement et a édité un catalogue où toutes ces vis sont numérotées suivant un système très simple, donnant immédiatement toutes les indications utiles sur la forme et les dimensions de la vis.

Ajoutons que l'industrie du gaz est également sur le point d'unifier ses filetages. Sur l'initiative d'un des membres du Comité de patronage de *La Revue électrique*, M. A. Coze, la Société technique de l'Industrie du Gaz en France a réuni récemment les délégués de nombreux pays étrangers en vue de l'étude de cette question. L'avance prise par la Société d'Encouragement permet d'espérer que ce sont les règles édictées par elle qui seront adoptées.

Disons encore que ces règles appellent un complément : la tolérance qu'il est pratiquement possible d'admettre entre les calibres types et les vis et écrous fabriqués. C'est là une question délicate que M. Zetter et M. Marre cherchent actuellement à solutionner. Nous y reviendrons en temps opportun.

* * *

Appelons encore l'attention de nos lecteurs sur les **Concours internationaux concernant les appareils préventifs des accidents du travail**, organisés par le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce d'Italie et par la Caisse nationale d'Assurances contre les Accidents du travail à l'occasion de la prochaine Exposition de Turin. On trouvera à la page XXXIII des feuilles d'annonces les conditions de ces concours dont trois se rapportent à l'industrie mécanique et deux à l'industrie électrique. Ces derniers (concours A et F) sont respectivement de prix de 10000 et 8000 fr et sont ouverts jusqu'au 30 septembre 1911, la demande d'inscription devant toutefois être faite avant le 30 juin.

J. BLONDIN.

[1] Pour la question du retour du courant par la terre, voir *La Revue électrique* : article de M. E. BRYLINSKI (t. X, 15 décembre 1908, p. 415-431) et rapport de M. LANDRY (t. XIII, 15 janvier 1910, p. 8).

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. / 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

TROISIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique, par MM. F. PAYEN et P. WEISS (*suite*), p. 148.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9

Téléphone : 507-59.

TROISIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : Cotisations, p. 108. — Récompenses au personnel, p. 108. — Bibliographie, p. 108. — Liste des documents publiés dans le *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 108.

Cotisations.

Afin d'éviter des frais de recouvrement, nous prions MM. les Membres adhérents du Syndicat de bien vouloir adresser leur cotisation de 1911 au Secrétariat, qui leur en délivrera quittance signée du Trésorier.

Récompenses au personnel.

En prévision du prochain Banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité, nous prions MM. les Industriels membres du Syndicat, qui désireraient solliciter pour leurs ouvriers ou employés particulièrement méritants et ayant trente années de services la *Médaille d'honneur du travail*, ou la *Médaille du Syndicat*, dans les conditions fixées par le règlement spécial, de vouloir bien étudier de suite la question, afin de ne pas retarder la préparation et l'envoi des dossiers, qui devront parvenir au Secrétariat dans un très bref délai et suivant les indications qui leur seront données, par lettre, très prochainement.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Colonies. — Décret rendant applicable en Afrique occidentale française le décret du 9 octobre 1907, relatif aux appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux, p. 149.

Ministère du Commerce et de l'Industrie.— Arrêté nommant des rapporteurs techniques près le Comité consultatif des Arts et Manufactures, p. 150.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. — Décret relatif à la codification des lois ouvrières (Livre Ier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), p. 150.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Arrêté nommant le Secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique, p. 156.

Arrêté préfectoral relatif à la publication des rôles des droits d'épreuve ou de vérification des appareils à vapeur et des récipients de gaz comprimés ou liquéfiés pour les deuxième et troisième trimestres de l'année 1910, p. 156.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France (*voir* aux annonces, p. XXI).

Japon. — Publication d'un rapport de notre Attaché commercial pour l'Extrême-Orient, sur le Japon (Deuxième partie), (*voir* aux annonces, p. XXI).

Indes néerlandaises. — Fournitures de grues électriques pour l'embarquement du charbon aux Indes néerlandaises (*voir* aux annonces, p. XXIII).

Russie. — Réclamations contre les décisions de la douane russe, (*voir* aux annonces, p. XXIII).



Russie d'Asie. — Adjudication d'une fourniture de machines électriques destinées à la ville de Vladivostock (*voir* aux annonces, p. XXIII).

Tableau des cours du cuivre (*voir* aux annonces, p. XXIII).

Offres et demandes d'emplois (*voir* aux annonces, p. XXXI).

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : **225-92.**

TROISIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 24 janvier 1911.

Présents : MM. Eschwège, président désigné; Fontaine, secrétaire-général; Chaussenot; secrétaire-adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Javal, Tainturier, de Tavernier, Widmer.

Absents excusés : MM. Brylinski, président du Syndicat; Cordier, vice-président; Cahen.

En l'absence de M. Brylinski, président du Syndicat, la séance est présidée par M. Eschwège, président désigné.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — Il est rendu compte de la correspondance relative aux frais de contrôle, au monopole d'éclairage, au droit des locataires d'établir des canalisations d'éclairage électrique dans les immeubles lorsque les propriétaires ne sont pas lésés, même dans le silence du bail; aux droits d'octroi, aux vols d'électricité, etc.

Des adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service de placement fait ressortir 2 offres nouvelles et 22 demandes, dont 17 anciennes et 5 nouvelles. Aucun placement n'est indiqué comme réalisé.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Ministre de la Justice a déposé sur le bureau du Sénat, dans la séance du 17 janvier 1911, le projet de loi adopté par la Chambre des Députés ayant pour objet de rendre applicable dans les colonies françaises la loi du 8 février 1902 portant modification de la loi du 15 juin 1872 sur les titres au porteur (*Journal officiel* du 18 janvier 1911).

Sont communiqués à la Chambre syndicale les arrêtés du Ministre des Travaux publics, en date du 29 décembre 1910, nommant les membres de la Commission des distributions d'énergie pour les années 1911 et 1912 (*Journal officiel* du 18 janvier 1911); en date du 9 janvier 1911 nommant les membres du Comité permanent d'Électricité pour les années 1911 et 1912 (*Journal officiel* du 13 janvier 1911); en date du 9 janvier 1911 nommant le Président, le vice-président, le secrétaire et les secrétaires adjoints du Comité permanent d'électricité pour l'année 1911 (*Journal officiel* du 13 janvier 1911).

Un arrêté de M. le Ministre des Travaux publics, du 18 janvier 1911, a nommé M. Gilles-Gardin, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique, pour les années 1911 et 1912, en remplacement de M. l'ingénieur en chef Blondel relevé, sur sa demande, desdites fonctions. (*Journal officiel* du 20 janvier 1911.)

DEMANDE D'AUDIENCE A LA COMMISSION SUR LA LÉGISLATION DES ÉTABLISSEMENTS INSALUBRES. — M. Peyrot, sénateur, président de la Commission, a informé la Chambre syndicale, par lettre du 15 janvier, qu'il serait satisfait à sa demande.

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE SUR LES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE. — M. le Secrétaire général donne connaissance à la Chambre syndicale de la lettre écrite par le Bureau de l'Assemblée plénière des électriciens belges à M. le Ministre de l'Industrie et du Travail relativement aux vœux émis par cette Assemblée plénière pour des modifications législatives applicables dans le plus bref délai possible au régime actuel des autorisations et des concessions. Ce document est tenu à la disposition des membres du Syndicat au bureau du Secrétariat.

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — M. le Secrétaire général donne lecture de la lettre du 22 janvier 1911 de la Chambre de Commerce de Paris par laquelle elle donne la composition de son Bureau pour les années 1911 et 1912.

DEMANDE DE SUBVENTION POUR DES ESSAIS A FAIRE SUR LES CABLES SOUTERRAINS A HAUTE TENSION. — M. Widmer, président de la Commission des canalisations souterraines, indique dans quelles conditions il a été amené à proposer que des essais fussent faits par le laboratoire de la rue de Staël, chez MM. Berthoud-Borel, à Lyon, sur des câbles à haute tension à l'aide de l'appareil Delon. Ces essais doivent être accompagnés d'épreuves oscillographiques et doivent permettre de déterminer quelle est la tension en courant continu qu'il est possible d'employer pour l'essai des câbles à courant alternatif.

Après délibération, la Chambre syndicale accorde un crédit de 600 fr pour la contribution du Syndicat.

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS. — Connaissance prise des communications faites par ce Comité à la date du 19 janvier 1911, d'une lettre de M. Janet sur les unités électriques employées au laboratoire et du texte de la proposition envoyée par le Bureau central à tous les Comités électrotechniques, comme suite à la proposition de notre Comité électrotechnique français au sujet de l'adoption d'un nom pour désigner la quantité $Q = UI \sin\varphi$, la Chambre syndicale décide que cette question sera renvoyée à la Commission technique.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — Les documents suivants émanant de cette Union sont remis aux membres présents :

N° **464**. — Durée du travail dans les mines, vote par le Sénat de la proposition modifiant la loi du 29 juin 1905.

N° **465**. — Conseil supérieur du travail, session de novembre 1910.

N° **466**. — Accidents du travail, circulaire du Ministre du Travail en date du 15 octobre 1910.

N° 467. — Maladies professionnelles, proposition de loi de M. Breton, député.

N° 468. — Le travail de nuit des jeunes ouvriers dans les usines à feu continu, proposition déposée par M. Lemire, député.

N° 469. — Jurisprudence.

N° 470. — Questions sociales et ouvrières, Revue du mois.

Fédération des industriels et des commerçants français. — Le numéro de janvier 1911 du *Bulletin* de cette Fédération contient une étude intéressante sur le travail à domicile, l'arbitrage obligatoire, l'unification du droit de la lettre de change, etc.

Bibliographie. — M. le Secrétaire général dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les documents suivants :

L'Annuaire de la Banque Renauld et Cie, le Bulletin de l'Office international du travail, le Compte rendu de la sixième Assemblée générale du Comité de l'Association internationale pour la protection légale des travailleurs, les publications de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble, l'état actuel de la législation des chutes d'eau, par M. Paul Bougault.

Assemblée générale et banquet. — M. le Secrétaire général indique qu'à la dernière séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité il a été demandé que le banquet eût lieu prochainement; M. Guillain, président de l'Union des Syndicats de l'Electricité, doit faire connaître la date convenue avec le membre du Gouvernement qui présidera cette solennité.

La Chambre syndicale décide que, comme les années précédentes, elle fera coïncider, dans la mesure du possible, l'Assemblée générale du Syndicat avec la date du banquet. Les adhérents en seront informés par avis spécial dans les délais nécessaires.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 13 janvier 1911.

Membres correspondants.

MM.

Lecomte (Marcel), Ingénieur, Énergie électrique du Centre, Le Coteau (Loire), présenté par MM. Lebon et Bayon.

Massardier (Denis), contremaître électricien, Énergie électrique du Centre, Le Coteau (Loire), présenté par MM. Lebon et Bayon.

Orbillot (Louis), Ingénieur électricien, chef du service électrique, Compagnie des mines de Grand'Combe (Gard), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Pierron (René), Agent principal de la Compagnie Est-Lumière, 93, avenue Pasteur, Les Lilas (Seine), présenté par MM. Javal et Woog.

Bibliographie.

15° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat le 13 juin 1903 (document strictement personnel et confidentiel réservé aux seuls membres du Syndicat).

16° Projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française; par M. Léon Mougeot, Ministre de l'Agriculture.

17° Projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, présenté au nom de M. Émile Loubet, Président de la République française; par M. E. Combes, Président du Conseil, Ministre de l'Intérieur et des Cultes.

18° Note sur la traction électrique des chemins de fer, par M. le Dr Tissot (Congrès du Syndicat, 1903).

19° Conférence de M. Chaumat sur la Télégraphie sans fil (Congrès du Syndicat, 1904).

20° Rapport fait au nom de la Commission de l'Administration générale, départementale et communale, des cultes et de la décentralisation chargée d'examiner le projet de loi tendant à autoriser la ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, par M. Émile Morlot, député.

21° Deuxième rapport présenté par M. Morlot sur le projet de loi tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz, au nom de la Commission générale, départementale et communale des Cultes et de la Décentralisation.

22° Renseignements et avis pour la Commission préfectorale chargée d'étudier le régime futur de l'électricité à Paris.

23° Procès-verbal de la séance du 24 octobre 1904 de la Commission d'organisation du régime futur de l'électricité à Paris.

24° Rapport de M. Ch. Prevet, sénateur, fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, tendant à autoriser la Ville de Paris à emprunter une somme de 120 millions et à organiser le service du gaz.

25° Proposition de loi présentée par M. Janet sur les distributions d'énergie.

26° Étude présentée par M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage à la Sous-Commission du régime futur de l'électricité à Paris, en date du 26 novembre 1904.

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation. — De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique, par MM. F. Payen et P. Weiss (*suite*), p. 148.

Jurisprudence et contentieux. — Arrêt de la Cour de Cassation du 18 avril 1910, Compagnie des Tramways contre Société lilloise d'Électricité, p. 157.

Sociétés, Bilans. — Société avignonnaise d'Électricité, p. 160.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'assemblées générales, *voir* aux annonces, p. xxi. — Nouvelles Sociétés, *voir* aux annonces, p. xxi. — Modifications aux statuts et aux Conseils, *voir* aux annonces, p. xxi. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Nouvelles usines dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, *voir* aux annonces, p. xxxiii. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir* aux annonces, p. xxxiii.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MOTEURS THERMIQUES.

Régulateur automatique d'alimentation Hannemann.

L'alimentation régulière en eau des générateurs de vapeur est assez rarement réalisée dans les grandes chaufferies, beaucoup de chauffeurs ayant pour principal objectif de s'occuper le moins possible de l'alimentation. Il en résulte souvent des variations de niveau dans les chaudières atteignant 15 cm ou 20 cm, ce qui n'est pas sans inconvénients. Un niveau trop bas expose en effet les tôles et les tubes des chaudières à des surchauffes préjudiciables à la sécurité de l'installation; un niveau trop haut peut occasionner des entraînements d'eau aux cylindres des machines; enfin, une alimentation irrégulière entraîne une marche irrégulière et, par suite, une usure plus rapide des pompes d'alimentation.

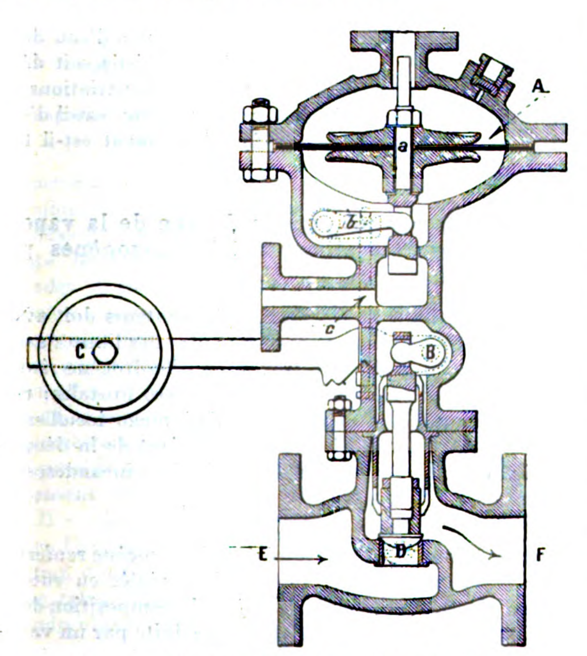


Fig. 1. — Coupe schématique d'un régulateur d'alimentation Hannemann.

Plusieurs dispositifs ont été imaginés pour réaliser une alimentation automatique et obvier ainsi aux inconvénients qui viennent d'être signalés. Mais la plupart de ces dispositifs ont pour organe de commande un flotteur placé à l'intérieur de la chaudière et qui se déplace en même temps que le niveau de l'eau. Or, l'agitation continuelle du flotteur a pour conséquence une usure rapide des organes, usure dont il est difficile de s'apercevoir pour les organes situés dans l'intérieur de la chaudière; aussi arrive-t-il parfois que le flotteur se détache brusquement ou ne fonctionne plus par suite d'une rentrée d'eau par les piqûres de l'enveloppe.

Il importe donc que tous les organes mobiles d'un régulateur automatique d'alimentation se trouvent en dehors de la chaudière. C'est ce qui a lieu dans le régulateur Hannemann, aujourd'hui très utilisé en Allemagne et qui commence à se répandre en France où MM. Genevet et Cie ont déjà réalisé de nombreuses installations de cet appareil, notamment dans l'usine du Métropolitain de Paris, où 54 appareils sont en service; les usines de la Compagnie générale d'Électricité, l'usine de Wasquehal, etc.

La figure 1 montre les organes principaux du régulateur Hannemann; les figures 2 et 3 représentent, à une

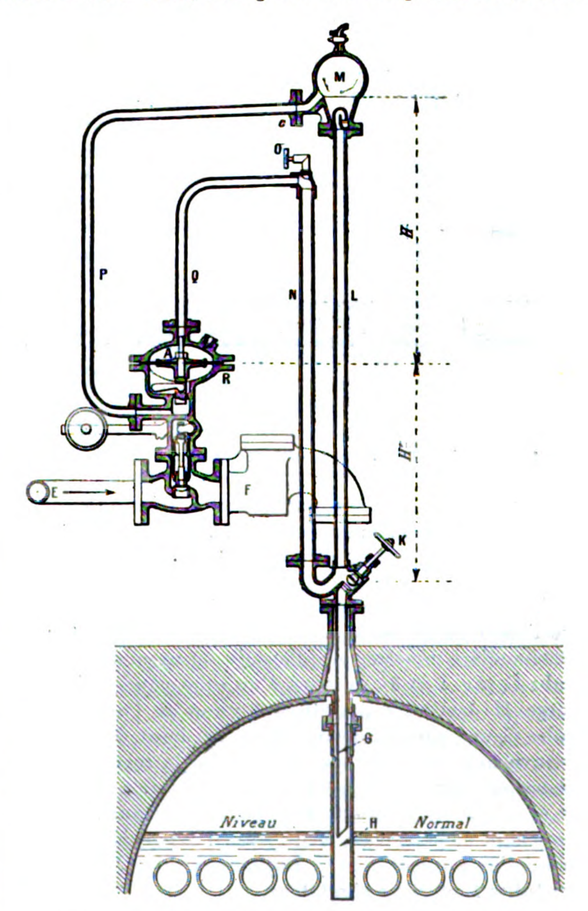


Fig. 2. — Ensemble du régulateur Hannemann et de ses canalisations.

échelle plus petite, l'ensemble d'un régulateur Hannemann et des canalisations qui le relient à la chaudière.

L'organe de commande est une membrane élastique A (*fig.* 1) sur les faces de laquelle s'exerce la même pression quand l'eau est à son niveau normal dans la chaudière, et qui, au contraire, subit une pression plus grande sur sa face inférieure que sur sa face supérieure quand l'eau s'abaisse au-dessous du niveau normal. Sous l'influence de cet excès de pression, la membrane A, soulève la tige de guidage *a* et par l'intermédiaire de la biellette *b* dont l'axe traverse l'enveloppe et d'un étrier *c*, fait pivoter le levier BC; ce levier, à son tour, soulève la soupape D de la conduite d'alimentation. Grâce au contrepoids C du levier BC, cette soupape se referme aussitôt que l'égalité de pression est rétablie.

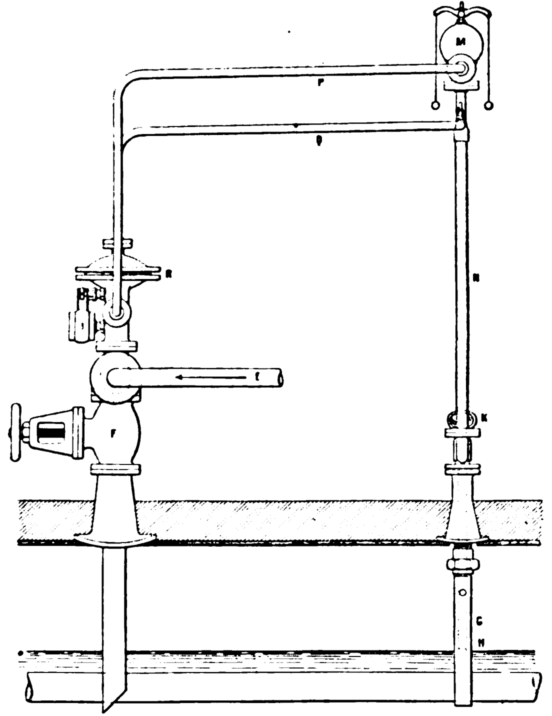


Fig. 3. — Ensemble du régulateur Hannemann et de ses canalisations.

La variation de pression nécessaire au fonctionnement de l'appareil est obtenue par les organes suivants : dans la chaudière pénètre, jusqu'au niveau normal de l'eau, un tube G (*fig.* 2 et 3), entouré d'un tube concentrique plus large H destiné à maintenir autour de l'ouverture du tube G une surface d'eau calme. En haut du tube G se trouve une vanne K servant à isoler le régulateur de la chaudière quand cela est nécessaire. Au delà de la vanne, la canalisation comporte deux tubes verticaux : l'un L débouchant dans un vase M dit vase d'expansion, l'autre N muni d'un purgeur d'air O. Enfin deux tubes P et Q relient les tubes L et N au régulateur.

Lorsque l'eau dans la chaudière est à son niveau normal, toutes les canalisations étant alors remplies d'eau, la pression sur les deux faces de la membrane A est la même, celle de la vapeur dans la chaudière, et la conduite d'alimentation est fermée.

Dès que le niveau descend, l'extrémité du tube plongeur G se trouve débouchée et l'eau du tube L tombe dans la chaudière, tandis que celle du tube N reste en place par suite de la courbure donnée à l'extrémité inférieure de ce tube. Dès lors, la pression sur la face inférieure de la membrane A est égale à la pression de la vapeur, qui s'exerce en M, augmentée de la pression due à la colonne d'eau de hauteur H, tandis que, sur la face supérieure, elle est égale à la pression de la vapeur, qui s'exerce au bas du tube N, diminuée de celle due à la hauteur d'eau H'. La différence des deux pressions est donc celle qui correspond à une hauteur d'eau H + H', et cette différence, comme nous l'avons expliqué au début, produit l'ouverture de la conduite d'alimentation.

Qu'arrivera-t-il quand, par suite de l'arrivée de l'eau d'alimentation, le niveau reviendra à l'origine du tube plongeur ? A ce moment, les tubes G et L remplis de vapeur ne seront plus en communication avec la chaudière; la vapeur qu'ils renferment se condensera et il se produira une aspiration de l'eau de la chaudière jusqu'à ce que ces tubes soient de nouveau remplis d'eau. L'égalité de pression sur les deux faces de la membrane se trouvera rétablie et la soupape d'alimentation se fermera.

On remarquera que la membrane A, le seul organe de l'installation dont le fonctionnement soit délicat, n'est en contact ni avec l'eau d'alimentation, ni avec l'eau de la chaudière; on n'a donc pas à craindre qu'elle soit détériorée ni par des incrustations, ni par des variations de température. Aussi le régulateur Hannemann est-il d'une très grande robustesse et son fonctionnement est-il très régulier.

Dispositif Bézaguet pour le dosage de la vapeur d'eau dans l'air alimentant les gazogènes par aspiration (¹).

Le gaz destiné à l'alimentation des moteurs doit avoir une teneur en hydrogène comprise entre des limites assez restreintes : 15 à 20 pour 100. Trop d'hydrogène risque en effet de donner lieu à des expériences brutales; une trop faible quantité peut rendre l'allumage insuffisamment rapide. Comme l'hydrogène provient de la décomposition de la vapeur d'eau par le charbon incandescent,

$$H^2O + C = H^2 + CO,$$

il convient donc que l'air aspiré dans le gazogène renferme une certaine quantité de vapeur d'eau réglée en vue de donner au gaz, fourni par le gazogène, la composition désirée. Cette vapeur est généralement produite par un vaporisateur à faisceau tubulaire traversé par le gaz chaud sortant du gazogène.

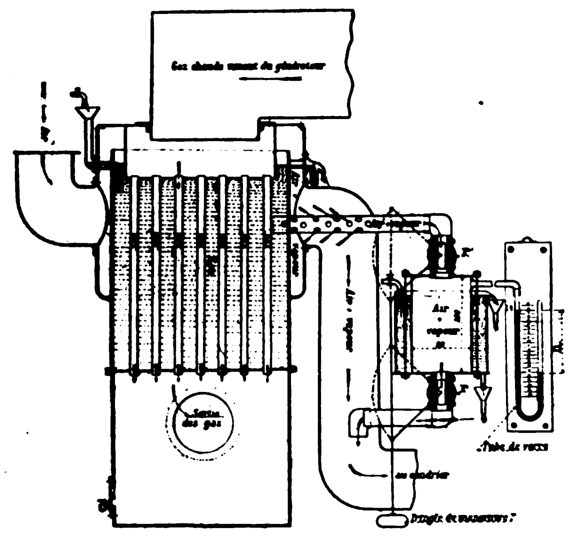
Le calcul de la proportion de vapeur qu'il convient de mélanger à l'air pour avoir un gaz de composition donnée est facile à faire si l'on connaît la composition du charbon employé en carbone, hydrogène et oxygène. Nous n'insisterons donc pas sur ce calcul que les intéressés pourront d'ailleurs trouver dans l'étude de M. Bézaguet. Mais il est plus délicat de s'assurer que la proportion indiquée

(¹) A. Bézaguet, *Bulletin technologique des Écoles d'Arts et Métiers*, novembre 1910, p. 1602-1609.



par le calcul est réalisée. C'est dans ce but que M. Bézaguet a imaginé un appareil fort simple.

Cet appareil consiste en un cylindre d'environ 12 cm de diamètre sur 20 cm de hauteur entouré d'une enveloppe où circule un courant d'eau froide. Deux larges tubes, munis de robinets, et aboutissant aux centres des deux bases, font communiquer ce cylindre avec la conduite



Dispositif Bézaguet pour le dosage d'un mélange d'air et de vapeur alimentant un gazogène.

amenant au cendrier le mélange d'air et de vapeur. Quand les robinets sont ouverts, le cylindre se trouve, lui aussi, traversé par ce mélange. Si l'on vient à fermer en même temps les deux robinets, la vapeur contenue dans le cylindre se condense et il en résulte une diminution de pression, qu'on mesure avec un manomètre relié au cylindre, et d'où l'on peut déduire la proportion de vapeur d'eau que contient le mélange.

En effet, la pression de la vapeur dans le mélange est égale à la pression h correspondant à la dénivellation du manomètre augmentée de la force élastique maximum h' que possède la vapeur à la température de l'eau de refroidissement du cylindre. D'autre part, la pression de l'air est $H - (h + h')$, en appelant H la pression atmosphérique. Connaissant H et h' on peut donc calculer la proportion d'air et de vapeur.

Le calcul montre que, pour des températures de l'eau de refroidissement variant de 15° à 30°, les valeurs de h qui correspondent à une même proportion de vapeur et d'air diffèrent fort peu. Dès lors, il est possible d'inscrire sur le manomètre lui-même la composition correspondant à chaque dénivellation.

USINES GÉNÉRATRICES.

Les usines hydro-électriques de la Suède [1].

GÉNÉRALITÉS. — Les lacs occupent en Suède une superficie de 36000 km², soit plus du douzième de la superficie totale; ce chiffre donne une idée de la quantité d'eau énorme qui peut être utilisée à la production de l'énergie. Le lieutenant Lubeck a estimé que la puissance ainsi disponible dans les chutes d'eau de Suède équivaut à 3 800 000 chevaux, dont 550 000 seulement sont jusqu'à présent captés [1]. Cependant le progrès a été rapide puisqu'en 1900 la puissance utilisée ne s'élevait qu'à 253 000 chevaux.

Dans le pays voisin, la Norvège, la puissance disponible est de 4800000 chevaux dont 250000 seulement étaient utilisés en 1906; depuis cette époque l'installation d'usines pour la production électrique de l'acide azotique est venue accroître considérablement ce chiffre, de sorte que la puissance aujourd'hui utilisée, ou sur le point de l'être, atteint approximativement 550 000 chevaux, soit le même chiffre qu'en Suède [1].

L'emploi de la force hydraulique dans ces pays remonte aux premiers âges et l'on peut encore voir en beaucoup d'endroits des exemples frappants de l'emploi des plus anciennes roues hydrauliques. Ces roues sont utilisées à des usages variés, tels qu'à l'actionnement de meules de moulins, ou de pompes; en certains endroits on peut même les voir actionner des marteaux mécaniques, constitués simplement par une roue frappeuse montée directement sur l'arbre de la roue hydraulique. De tels marteaux étaient généralement employés pour le travail du fer puddlé. Ces anciennes industries du fer ne nécessitaient aucune transmission d'énergie, les hauts fourneaux et les installations sidérurgiques étant placés auprès des cours d'eau.

Avec les progrès de la métallurgie et l'introduction des laminoirs, qui nécessitaient des puissances considérables, naquit le besoin de réaliser un transport de force, afin de concentrer sur le lieu de l'usine la puissance disponible dans des chutes plus ou moins éloignées. Ce transport d'énergie fut en partie réalisé aux débuts par l'emploi de transmissions télédynamiques par câbles; mais ce système ne pouvait être appliqué que pour des distances relativement courtes. Quelques excellents exemples de ce genre de transmissions existent encore en Suède.

Un autre système, de date plus récente, consiste en un assemblage de poutres en bois reliées bout à bout et supportées de loin en loin au-dessus du sol. Ces poutres sont disposées en deux lignes parallèles distantes de 4 m à 5 m et les supports, qui les maintiennent à 1,20 m environ du sol, sont articulés de façon à leur permettre d'être tirées ou poussées longitudinalement. Aux extrémités des lignes de poutrelles sont fixées des bielles reliées aux manivelles que porte à cet effet l'arbre de la roue hydraulique; un côté de la ligne pousse pendant que l'autre tire. Ce genre de transmission était très répandu pour la commande des pompes de mine et des soufflantes de hauts fourneaux; le lent mouvement alternatif du système convenait dans ce cas parfaitement car il n'était pas nécessaire de le reconvertir en mouvement de rotation. Quelques-unes de ces installations portaient sur une longueur raisonnable et leur rendement était reconnu excellent.

(1) V. CLAYTON, Communication à l'Institution of Electrical Engineers (*Journal of the I. E. E.*, t. XLV, n° 203, 1910, p. 442-479).

(1) Statistique remontant à fin 1909.

Avec l'entrée de l'électricité une ère nouvelle commence et, entre 1885 et 1889, les transports d'énergie par les systèmes précédemment rappelés furent à peu près complètement délaissés. La transmission électrique de l'énergie ne commença cependant à faire de réels progrès qu'après la mise en pratique du système triphasé. La première transmission par courant triphasé en Suède fut essayée en 1890, et, en 1893, on inaugura un transport d'énergie qui, à cette époque, pouvait être considéré comme étant déjà d'une importance réelle. Cette transmission, avant-coureuse des entreprises colossales que nous voyons aujourd'hui, avait une puissance de 400 chevaux; l'énergie provenant des chutes de Hellsjön, était transportée aux mines de fer de Grängesberg à une distance de 16 km environ [1].

Cette installation fonctionne encore actuellement de façon continue. Il faut noter toutefois, comme exemple du développement énorme des applications de l'électricité à l'industrie minière, que les mines de Grängesberg emploient aujourd'hui environ 6100 chevaux sous forme d'énergie électrique, et qu'en raison de l'insuffisance de force motrice ces mines ont dû récemment faire l'acquisition de chutes nouvelles, d'environ 15000 chevaux, dont la captation est déjà en partie réalisée.

Usine d'Alby. — L'usine d'Alby est l'une des premières créées; elle fut construite de 1898 à 1899, en l'espace de 15 mois. L'énergie, qui provient des chutes d'Alby, sur la rivière Ljungan, est utilisée en partie pour la production du carbure de calcium et en partie pour la fabrication du chlorate de potasse. Le carbure est exporté dans toutes les parties du monde, principalement dans les colonies anglaises et l'Amérique du Sud; le chlorate de potasse est employé à la fabrication des allumettes.

L'installation primitive comprenait deux génératrices de 1100 chevaux chacune, débitant du courant continu à 220 volts pour la fabrication du chlorate par électrolyse; une génératrice diphasée de 2000 chevaux, 26 périodes par seconde et deux génératrices monophasées de 500 chevaux pour la production du carbure de calcium; enfin deux génératrices à courant continu de 360 chevaux pour l'excitation. Toutes ces machines sont commandées directement par turbines à arbre horizontal. Quelques années plus tard la station fut agrandie par le montage d'une autre génératrice à courant continu de 1100 chevaux pour la fabrication du chlorate, et d'une autre génératrice diphasée de 2000 chevaux pour le carbure. En ajoutant quelques groupes auxiliaires de moindre importance, destinés à la traction dans l'usine ou à la commande des machines fabriquant les barils ou boîtes d'emballage, etc., ces extensions portent la puissance totale installée à Alby à son chiffre actuel de 9760 chevaux. Le courant des génératrices diphasées de 2000 chevaux est débité sous 2000 volts et est transformé au voltage nécessaire pour les fours à carbure par des transformateurs placés immédiatement derrière ces fours. Chaque grand four absorbe 1000 chevaux et est alimenté par une des phases des génératrices diphasées. Les génératrices de 500 chevaux, qui débitent du courant à basse tension, marchent en parallèle et alimentent directement trois fours de plus faibles dimensions. En 1906, l'usine à carbure fut encore agrandie; l'énergie nécessitée par cette extension nouvelle est fournie par des chutes situées en aval, à Ringdalen, à environ 2400 m d'Alby, d'où elle est transmise à la tension de 10 000 volts.

Nous arrivons maintenant à la construction de la station. La première portion du canal d'amenée est construite en terrassement ordinaire, tandis que la partie située plus près de la station est en maçonnerie de pierre. La longueur totale du canal est de 640 m, dont 155 m en maçonnerie, le cube total de celle-ci n'atteignant pas moins de 8000 m³. La vitesse de l'eau dans la partie du canal en terrassement est de 30 cm environ par seconde; elle atteint 49 cm dans la partie en maçonnerie. En construisant les terrassements, une sorte de noyau en planches assemblées par rainures et languettes a été noyé dans l'épaisseur du terrassement de façon à prévenir les infiltrations. Près de l'usine le canal se termine par un grand bassin de décantation; de là des conduites en fer forgé amènent l'eau directement aux turbines, qui sont situées dans la station elle-même. Il y a ainsi sept conduites, dont cinq d'un diamètre d'environ 1,80 m et deux d'un diamètre de 2,45 m. Parmi les cinq plus petites, trois alimentent les turbines des génératrices à courant continu de 1000 chevaux et deux les turbines des alternateurs de 500 chevaux et des excitatrices. Les deux plus grosses conduites alimentent les turbines des génératrices diphasées de 2000 chevaux. Ces conduites ont une longueur de 22 m et la vitesse de l'eau y atteint 1,67 m par seconde, Les turbines travaillent sur une hauteur de 21 m à 22,85 m, dont 4,50 m sont dus aux conduites d'aspiration.

La longueur du canal de fuite est de 140 m, la vitesse de l'eau dans ce canal atteint 0,70 m à 1 m par seconde.

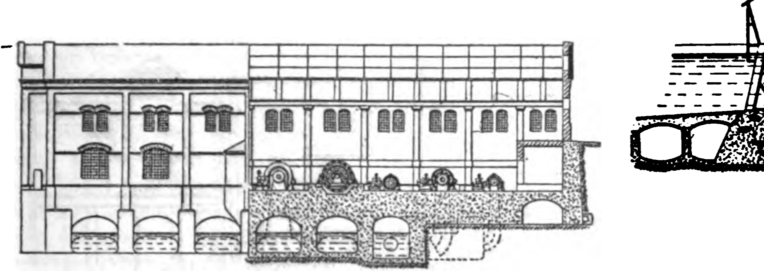
Les fondations de la station sont en béton, le plancher où sont installées les turbines et les génératrices étant supporté par des arches qui forment des chambres séparées pour la décharge de l'eau des turbines. Les murs de la station sont en briques.

Usine de Ringdalen. — L'usine plus récente de Ringdalen (*fig.* 1) alimente elle aussi, en énergie, comme nous l'avons déjà indiqué, les usines à carbure d'Alby. A Ringdalen la chute est de 15,85 m. La station comprend cinq génératrices monophasées de 1100 chevaux, une génératrice triphasée de 600 chevaux destinée à l'alimentation des moteurs et de l'éclairage, et deux excitatrices de 200 chevaux. Toutes les génératrices débitent directement à 10 000 volts; le courant est transmis à Alby

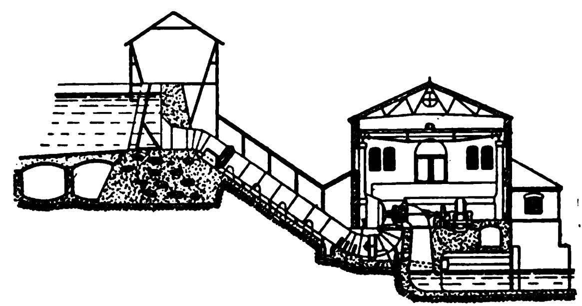
(1) Les renseignements suivants, donnés par l'auteur, présentent quelque intérêt historique. L'installation primitive comprend quatre génératrices de 100 chevaux chacune, actionnées par turbines hydrauliques. Trois de ces génératrices sont du type triphasé et alimentent les moteurs des pompes, traînages, appareils de levage, et les autres moteurs de la mine, tandis que la quatrième génératrice est du type monophasé et est destinée à l'éclairage. Elles marchent toutes à la fréquence de 70 périodes par seconde, avec une vitesse angulaire de 600 t : m.

Le courant débité est à basse tension, mais est transformé en 9000 volts pour la ligne. Les génératrices sont à induit tournant; la carcasse magnétique et les masses polaires sont en fonte.

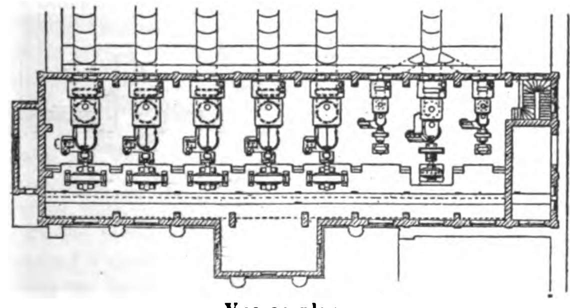
sous cette tension et transformé à son arrivée. Chaque génératrice de 1100 chevaux alimente un four à carbure et possède sa propre ligne de transmission avec transformateurs réducteurs, de sorte qu'il y a cinq unités complètes et absolument indépendantes. Toutes les génératrices sont accouplées directement à des turbines à roue unique, axe horizontal. La longueur du canal d'amenée est de 410 m, et la vitesse de l'eau y atteint 30 cm par seconde. Six conduites en fer de 2 m de diamètre partent de la chambre de décantation et amènent



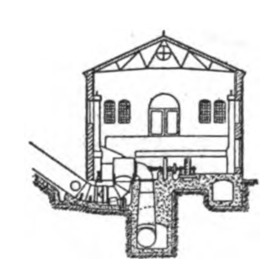
Élévation et coupe longitudinale.

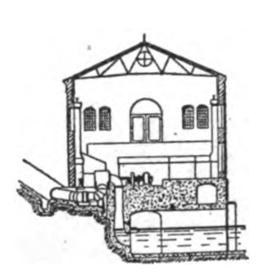


Section transversale.
(Génératrices monophasées de 1100 chevaux.)



Vue en plan.





Sections transversales.
(Génératrice triphasée de 500 chevaux.) (Excitatrices de 200 chevaux.)

Fig. 1. — Usine génératrice de Ringdalen.

l'eau aux turbines; il y a ainsi une conduite pour chacune des cinq génératrices monophasées, la sixième conduite alimentant les turbines de la génératrice triphasée et des excitatrices. La station est construite sur les mêmes lignes que celle d'Alby; la machinerie est toutefois plus moderne.

Usine de Gullspång. — Cette usine, qui possède plusieurs particularités intéressantes, se trouve dans la partie méridionale de la Suède; les chutes sont situées sur une courte rivière qui relie les lacs de Skagen et de Vänern. La Compagnie de distribution d'énergie de Gullspång-Munkfors fut constituée en 1906 pour acquérir et développer les chutes de Gullspång, ainsi que quelques autres chutes situées à Munkfors, et pour fournir de l'énergie à plusieurs villes, usines métallurgiques ou autres, de la région.

L'énergie est transmise à 40000 volts; la plus grande distance à laquelle elle est aujourd'hui distribuée est d'environ 80 km. Le niveau de l'eau dans le lac de Skagen est à 24 m environ au-dessus du lac de Vänern. Le lac de Skagen a une superficie de 13 km² et forme un réservoir naturel idéal assurant la régulation du débit malgré les variations de saison. Pour donner une idée de ce rôle régulateur du lac de Skagen l'auteur indique les chiffres suivants : le débit le plus faible de la rivière, observé en 1906, fut de 27 m³ par seconde; en utilisant le lac Skagen comme réservoir et réglant convenablement son débit on parvint à réaliser un débit moyen dépassant 45 m³, durant toute la période de basses eaux, soit une augmentation de 70 pour 100 par rapport au débit obtenu auparavant. Le débit moyen, à Gullspång, pour les périodes de hautes et basses eaux, est d'environ 62 m³ à la seconde. La distance la plus courte entre le lac de Skagen et le lac de Vänern n'est que de 2 km, mais la longueur de la rivière qui relie ces deux lacs et sur laquelle est située la station de Gullspång, est de près de 13 km. Sur son cours on rencontre deux chutes, qui sont plus exactement des rapides : les rapides de Gullspång, qui présentent une chute de 20,50 m sur une distance de 800 m environ, et les chutes d'Arås, d'environ 3 m de hauteur. Les rapides de Gullspång sont situés à 800 m environ en aval du lac de Skagen, tandis que les chutes d'Arås sont à la sortie du lac de Vänern.

L'usine génératrice est à Gullspång; on est disposé à utiliser éventuellement les secondes chutes, à Arås,

en approfondissant la rivière entre Gullspång et Arås.

Au point où est située la station, la rivière coule à travers des rocs escarpés et, afin de construire un barrage, l'eau devait être déviée de son cours naturel et envoyée dans un tunnel provisoire creusé dans le roc. C'était là évidemment une entreprise très onéreuse, mais qui, dans les circonstances particulières du lieu, était le seul moyen qui convenait. Ce tunnel avait environ 46 m de long et 9 m de diamètre. Lorsque le barrage fut terminé, on combla le tunnel. L'auteur donne quelques détails sur la construction du barrage et sur les difficultés rencontrées. Le fond de la rivière n'étant pas entièrement, comme on l'avait cru, de nature rocheuse, on dut renoncer à construire d'un bout à l'autre un barrage massif reposant sur le roc; dans la partie qui aurait nécessité des travaux de dragages considérables pour atteindre le roc, on construisit le barrage en forme d'arc solidement supporté à ses extrémités seulement.

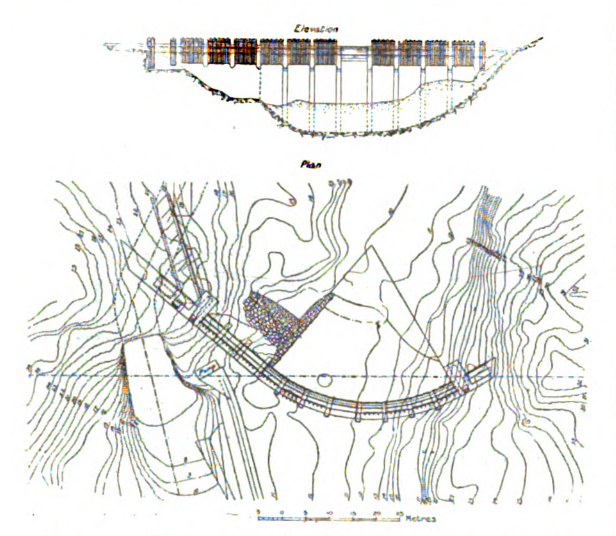


Fig. 2. — Élévation et plan du barrage de Gullspgån.

La figure 2 donne la section de la rivière à l'endroit du barrage et la vue en plan de ce dernier. La partie droite, construite d'après le type massif reposant sur le roc, fut poussée le plus loin possible de façon à réduire au minimum la partie en arc.

Ce genre de construction permit de réaliser une économie considérable, aussi bien en frais d'excavation, qu'en matériaux employés.

Le barrage comporte un grand nombre de vannes régulatrices. Ces vannes, au nombre de 50, sont disposées par groupes de cinq, en dix ouvertures. Elles sont constituées par des madriers coulissant entre des poutrelles d'acier en forme d'I. Une large ouverture ou déversoir est ménagée au centre du barrage pour permettre l'évacuation des glaces flottantes. Une échelle à saumons et deux échelles à anguilles sont prévues, comme il est d'usage.

L'eau est conduite du bief principal à la salle des turbines par un canal à ciel ouvert. La partie inférieure de ce canal a été, sur une grande longueur, creusée dans le roc et est construite en béton, tandis que la partie supérieure est en terrassement.

La station génératrice et les chambres d'eau sont très rapprochées. La figure 3 montre une section d'ensemble.

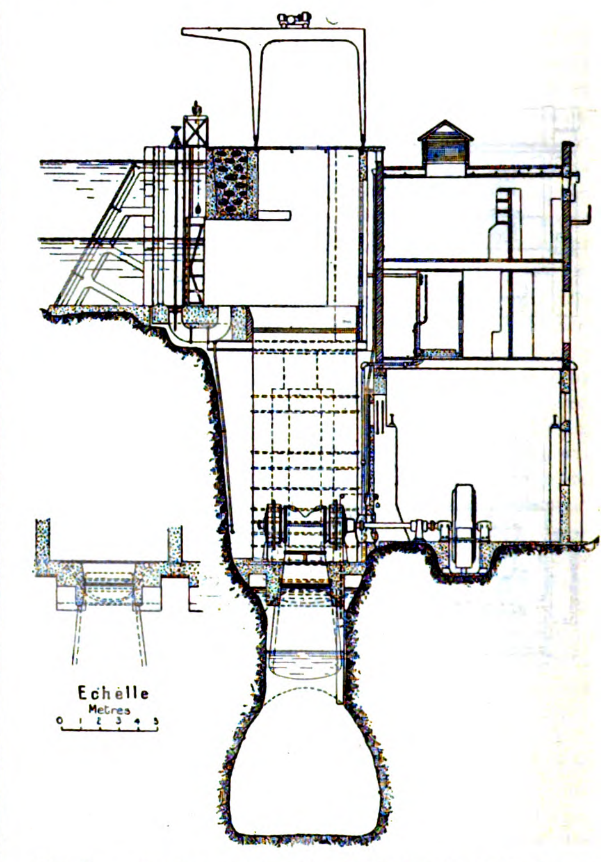


Fig. 3. — Section transversale de l'usine de Gullspång.

Les chambres d'eau sont construites en béton armé; la station est partie en béton et partie en brique. Les turbines sont du type à deux roues et sont montées à la base de larges conduits ou tubes verticaux en tôle de chaudière. Ces tubes ont 13 m de hauteur et 5,60 m de diamètre. Dans l'installation définitive il y aura six tubes d'entrées aux turbines de ce genre, chacun d'eux alimentant une paire de turbines de 4500 à 5000 chevaux pour la commande des génératrices principales, ou des turbines auxiliaires pour la commande des excitatrices. Il n'y a jusqu'à présent que quatre paires de turbines et les génératrices correspondantes d'installées, les deux autres étant seulement prévues pour les extensions futures. Chaque conduit d'entrée est indépendant des autres et possède sa propre chambre d'eau, sa grille à glace et sa vanne. Les vannes mesurent 5,50 m de large et 4,60 m de hauteur; elles sont d'un type breveté, nouveau et intéressant, consistant en tôles de fer courbées suivant la forme cylindrique, étayées horizontalement et munies de surfaces de glissement en chêne.

Comme ces vannes sont trop larges pour être manœu-

vrées contre la pression de l'eau, des bypass permettent de remplir les chambres d'eau avant la manœuvre. Celle-ci s'effectue au moyen d'un pont roulant qui sert pour toutes les vannes. Afin d'éviter de soumettre les matériaux aux efforts qui résulteraient de dilatations inégales, des soins spéciaux furent apportés à la construction des chambres d'eau; ces chambres sont entièrement indépendantes les unes des autres; elles sont isolées du roc sur leurs côtés et simplement supportées par des murs en béton construits entre les conduits de descente aux turbines. Les points entre ces conduits d'acier et le plancher des chambres d'eau sont également du type à dilatation; à cet effet chaque conduit a été bien graissé avant que le béton soit pilonné tout autour; en outre, pour assurer un joint étanche entre le béton et le conduit, on a ménagé dans le béton, vers le sommet du conduit, une rainure circulaire en V servant à loger une garniture d'étoupes trempées dans de la paraffine.

Les parties arrière des chambres d'eau sont constituées par des murs en demi-cercle, de faible épaisseur, tandis que les côtés sont de construction rectiligne et plus solide. Les murs de côté sont entretoisés à leur sommet par de fortes poutrelles d'acier; une paire de ces poutrelles sert de voie à un pont roulant de 18 tonnes destiné au montage ou à la réparation des turbines. On remarquera, d'après la figure 3, qu'en avant des chambres d'eau, entre le rail gauche du pont roulant et la vanne, se trouve un fort remplissage en ballast. Ce remplissage est destiné à contrebalancer la pression de l'eau qui s'exerce contre l'arrière de la chambre d'eau. Comme on l'a dit précédemment, ces chambres d'eau sont uniquement supportées par des murs ayant leur base au niveau du sol des turbines, et le ballast a pour effet de neutraliser la poussée horizontale résultant de la pression de l'eau.

Les turbines, aussi bien que les murs en béton qui supportent les chambres d'eau, reposent sur un plancher en fortes poutrelles d'acier et béton armé construit sur le rocher. Ce plancher est d'une construction extrêmement solide, car il doit pouvoir supporter non seulement le poids des chambres de turbines, murs, etc., mais aussi le poids de l'eau. Les conduits ou tubes de sortie ont un revêtement de ciment qui les protège contre la rouille; ils viennent se décharger dans un tunnel creusé dans le roc sur toute la longueur de la station; au delà ce tunnel vient s'ouvrir dans un canal de fuite ordinaire à ciel ouvert.

Le bâtiment de la station elle-même est à trois étages; il est construit sur le rocher, qu'il a fallu creuser sur une profondeur de 10 m. L'étage inférieur a été construit en béton armé, à l'effet de mieux résister à l'humidité du roc; de plus, les murs de cet étage devaient être assez solides pour supporter les lourds transformateurs situés sur le plancher en poutrelles et béton de l'étage au-dessus. La partie supérieure du bâtiment est en briques.

Dans l'étage inférieur, dont le niveau est à peu près le même que celui du plancher des turbines, sont installées les génératrices. L'étage au-dessus comprend les transformateurs et l'installation de distribution. L'étage supérieur est réservé aux dispositifs de protection, tels que les parafoudres, et aux départs des lignes. Le plancher du local des transformateurs est au niveau du sol extérieur; sur ce plancher est disposée une voie normale raccordée aux grandes voies ferrées. Un pont roulant de 20 tonnes peut enlever les marchandises qu'amènent les wagons et les déposer directement sur le plancher ou bien les descendre par une trappe à la salle des machines qui est au-dessous et qui est desservie par un autre pont roulant électrique de 20 tonnes. Un système très complet de ventilation maintient relativement basse la température de la salle des machines; des canaux disposés sous le plancher de cette salle amènent l'air froid aux génératrices.

Les roues mobiles ou réceptrices des turbines sont constituées par des aubes en tôle cintrées à la forme voulue et montées *en fonderie* sur une couronne de fonte portée par un moyeu. Ce mode de construction permet d'avoir des aubes parfaitement lisses, ce qui réduit au minimum le frottement et améliore ainsi le rendement; de plus l'aube est en elle-même plus résistante qu'une aube en fonte. Un tel genre de construction des roues mobiles est beaucoup employé pour les turbines marchant sous chutes jusqu'à 20 m, et d'une puissance aussi élevée que celle dont il s'agit, à savoir 2000 à 2500 chevaux par roue. Au-dessus de ces derniers chiffres et pour des chutes plus grandes, il est préférable de construire les roues en acier coulé.

Les guides qui conduisent l'eau dans la roue sont montés sur pivot et par leur mouvement on peut faire varier les ouvertures et régler ainsi la quantité d'eau admise d'après la puissance demandée. Ce système de régulation permet à l'eau d'être toujours projetée sur les aubes de la roue avec l'angle convenable et améliore énormément le rendement aux faibles charges. La figure 4 donne la courbe d'essai de rendement des tur-

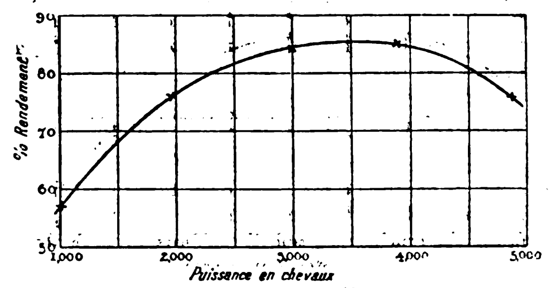


Fig. 4. — Usine de Gullspång.
Courbe de rendement des turbines de 4500 chevaux.

bines. La régulation de vitesse est effectuée par des régulateurs hydrauliques automatiques agissant directement sur les arbres connectés aux anneaux des guides mobiles mentionnés plus haut. Le régulateur à boules est actionné par l'arbre de la turbine. Il commande une petite valve qui, s'élevant ou s'abaissant avec les variations de vitesse, admet de l'eau à une extrémité ou à l'autre d'un cylindre. Le piston qui se meut dans ce cylindre commande, par l'intermédiaire d'une crémaillère et d'un secteur denté, l'arbre des guides mobiles. La régulation obtenue par ce système est excessivement sensible. Des relevés au tachygraphe, faits sur les

3...

urbines de Gullspång, ont montré qu'en passant instantanément de la marche à vide à la marche à pleine charge, ou *vice versa*, la variation de vitesse n'est que de 5,5 pour 100; pour des variations brusques de demi-pleine charge, la vitesse ne varie que de 2 pour 100, et, ce qui est encore plus important, on ne constate absolument aucun phénomène pendulaire même avec d'aussi grandes variations de charge.

L'installation électrique, qui est à peu près identique pour toutes les stations de ce genre, ne présente qu'un intérêt secondaire, l'une quelconque pouvant être considérée comme type. L'intérêt est surtout porté vers les constructions hydrauliques et le tracé général des installations. Avant de quitter la station de Gullspång, l'auteur donne quelques chiffres intéressants sur les dépenses de premier établissement. Actuellement, la puissance totale installée, non compris l'excitation, s'élève à 16500 chevaux; les dépenses totales correspondantes ont été de 4360000 fr, soit environ 265 fr par cheval installé. Il faut observer, toutefois, que la partie hydraulique de l'installation a été établie pour un équipement définitif de 25000 chevaux. De sorte que, lorsqu'elle sera complétée à 25000 chevaux, la station coûtera 4840000 fr, soit environ 195 fr par cheval.

Tous les travaux ont été exécutés d'après les plans et sous la surveillance de la « Wattenbyggnadsbyran » ou Association hydraulique de Scandinavie.

(*A suivre.*) G. S.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Nouveau développement de la théorie des éléments galvaniques (¹).

1° THÉORIE OSMOTIQUE DE LA PRODUCTION DU COURANT. — La formule générale donnant la différence de potentiel entre une électrode métallique et la solution étendue d'un électrolyte s'exprime, comme on sait, de la façon suivante :

$$(1)\qquad \varepsilon = \frac{RT}{n}\log_{\text{nép.}}\frac{C}{c} = \frac{0{,}000\,1983\,T}{n}\log\frac{C}{c}\ \text{volt}.$$

La même formule est valable dans le cas où l'électrode est inattaquable et où, par le passage du courant, des gaz se séparent ou entrent en solution. Dans ce cas également, c est la concentration des ions par rapport auxquels les électrodes sont réversibles, n est le nombre d'équivalents électrochimiques (un équivalent $F = 96540$ coulombs), nécessaires pour la séparation d'une molécule des ions considérés. C est la constante particulière à chaque électrode. Elle varie avec la pression du gaz et est proportionnelle à la racine $\nu^{\text{ième}}$ de cette pression si une molécule du gaz nécessite νF pour sa séparation.

La formule ci-dessus a pu être généralisée au cas où l'on emploie des électrodes inattaquables qui sont en présence de réducteurs ou d'oxydants. On peut considérer un oxydant comme une substance qui en solution hydratée peut fournir de l'oxygène, soit par elle-même, soit par action sur l'eau; de même un réducteur peut être supposé fournir de l'hydrogène. Il est donc permis de ramener la force électromotrice des chaînes d'oxydation et de réduction à la force électromotrice d'une chaîne hydrogène-oxygène. Lessing et l'auteur ont montré que cette conception n'est pas seulement théorique et applicable au calcul, mais qu'elle se vérifie expérimentalement. En effet, un réducteur qui polarise une électrode charge celle-ci d'hydrogène. C'est ainsi qu'on constate l'activité électromotrice de plaques minces de palladium dont le côté extérieur est en contact avec le réducteur, l'hydrogène diffusant à travers les plaques.

La force électromotrice de la chaîne à gaz tonnant ordinaire, qui ne se mesure directement qu'avec peu d'exactitude et indirectement d'après des équilibres chimiques appropriés, a été trouvée égale aux valeurs suivantes d'après différents auteurs :

1,232 volt	(Nernst et Wartenberg),
1,224 »	(Lewis),
1,234 »	(Brönsted).

Ces valeurs, qui correspondent à la température de 17°C., s'accordent bien avec la Thermodynamique.

2° THÉORIE THERMODYNAMIQUE DE LA PRODUCTION DU COURANT. — On sait que Helmholtz et plus tard William Thomson ont calculé la force électromotrice E en fonction de l'énergie chimique U exprimée en calories-grammes par équivalent-gramme d'après l'équation

$$E = \frac{U}{23\,046}\ \text{volt}.$$

Mais on sait que cette formule n'est qu'approchée et a été remplacée par la suivante

$$(2)\qquad E - \frac{U}{23\,046} = T\frac{dE}{dT}.$$

Cependant, pour intégrer cette équation, il y a dans chaque cas spécial une constante d'intégration nouvelle et inconnue, de sorte que le calcul de la force électromotrice d'après les données thermiques devient impossible.

Le problème peut cependant être résolu par extension d'un principe thermodynamique contenu dans un nouveau théorème de la chaleur indiqué par l'auteur. D'après cela on a, en effet, pour $T = 0$,

$$(3)\qquad \lim\frac{dE}{dT} = 0, \qquad \lim\frac{dU}{dT} = 0.$$

A l'aide des équations (2) et (3), on peut facilement calculer la force électromotrice lorsqu'on connaît la loi de variation de la quantité de chaleur en fonction de la température. Si l'on a, par exemple

$$(4)\qquad U = U_0 + \beta T^2 + \gamma T^3 + \ldots,$$

on déduit pour la force électromotrice

$$(5)\qquad 23\,046\,E = U_0 - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2}T^3 - \ldots.$$

Mais ces équations sont limitées au cas des combinaisons galvaniques construites avec des substances solides

(¹) W. NERNST, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 15 juillet 1910, p. 517.

ou liquides. Cependant toutes les combinaisons peuvent être ramenées à celles-ci si l'on connaît les courbes de tension de vapeur ou les courbes de solubilité des substances qui se trouvent à l'état gazeux ou en solution.

L'importance des coefficients β, γ, ... est donnée en différenciant par rapport à T

$$(6) \qquad \frac{dU}{dT} = C' - C'' = \Sigma\nu c = 2\beta T + 3\gamma T^2 + \ldots,$$

équation dans laquelle $C' - C''$ représente la différence des capacités calorifiques avant et après addition d'un équivalent-gramme. L'équation (4) est ainsi satisfaite si nous prenons, pour les chaleurs moléculaires C, des composantes de réaction

$$c = \alpha' + 2\beta' T + 3\gamma' T^2 + \ldots.$$

D'où l'on a, d'après (3) :

$$\Sigma\nu\alpha' = 0.$$

Pour utiliser rigoureusement l'équation (4), on a besoin de connaître les chaleurs spécifiques jusqu'au zéro absolu. Mais en réalité, on observe que la condition (3) est atteinte déjà aux températures qu'on peut facilement maintenir, c'est-à-dire qu'on constate alors l'égalité de E et de U. Les observations montrent en effet qu'à la température de 100 degrés absolus, température qu'on réalise aisément, la différence entre E et U n'est que de quelques centaines de calories, ce qui correspond à quelques centièmes de volt. Encore, dans la plupart des cas, la différence est-elle beaucoup plus faible. Au point d'ébullition de l'hydrogène (20°), la différence est toujours inférieure à 0,001 volt.

Pour calculer les forces électromotrices d'après les chaleurs de réaction, on opère alors comme suit : on extrapole, par emploi de la première loi de chaleur, les nombres thermochimiques relatifs à la température ordinaire et cela jusqu'aux températures les plus basses possibles. A ce moment on a alors 23046 $E = U$.

On calcule ensuite la force électromotrice à la température qu'on désire par application de la deuxième loi de chaleur [équation (2)] ou simplement à l'aide de l'équation (5).

Pour pouvoir employer exactement la loi de chaleur citée, il faut connaître la loi des chaleurs spécifiques jusqu'aux plus basses températures. On peut citer à ce sujet les travaux de Lindemann, Koref et de l'auteur, ainsi que ceux de Einstein qui, appliquant la théorie du rayonnement de Planck, a trouvé la formule suivante, reliant la chaleur atomique c des corps solides à la température T :

$$c = 3R \frac{e^{\frac{a}{T}} \left(\frac{a}{T}\right)^2}{\left(e^{\frac{a}{T}} - 1\right)^2}.$$

Magnus a vérifié la formule ci-dessus et a trouvé un accord satisfaisant entre le calcul et l'expérience pour le couple

$$\mathrm{Pb} \,|\, \mathrm{PbCl^2} \,|\, \mathrm{AgCl} \,|\, \mathrm{Ag}.$$

En supposant exacte la formule de Einstein, on déduit des équations (2), (3) et (6) les formules suivantes : par intégration de (6), il vient immédiatement

$$U = U_0 + 3R\Sigma\nu \frac{a}{e^{\frac{a}{T}} - 1}.$$

Une autre intégration donne, en appliquant l'équation (2),

$$23\,046 E = U_0 + 3RT \times \left(\Sigma\nu \log_{\text{nép.}} \left[e^{\frac{a}{T}} - 1\right] - \Sigma\nu \frac{a}{T}\right) + \text{const.}\, T.$$

Le nouveau théorème de chaleur donne, pour la constante inconnue d'intégration : constante $= 0$, et il vient finalement

$$23\,046 E = U_0 - 3R\Sigma\nu a + 3RT\Sigma\nu \log_{\text{nép}} \left(e^{\frac{a}{T}} - 1\right).$$

L'exemple précédemment cité est le seul pour lequel on possède des données permettant le calcul exact. Cependant les formules (4) et (5) donnent, dans la plupart des cas, des résultats suffisamment précis en s'arrêtant au premier terme. Comme exemple on peut citer la chaîne à gaz tonnant. Si l'hydrogène et l'oxygène existent dans la chaîne à la pression d'une atmosphère, on a pour la force électromotrice

$$E = \frac{0{,}0001983}{4} T \log \frac{1}{k'\pi^2},$$

formule dans laquelle π est la tension de la vapeur d'eau en atmosphères ($= 0{,}0191$ à $T = 290$) et k' la constante de la loi d'action des masses qu'on peut calculer d'après les constantes chimiques et les données thermiques au moyen de la nouvelle loi de chaleur. On en déduit

$$E = 1{,}237 \text{ volt} \quad \text{à la température} \quad T = 290.$$

Si l'on calcule avec la formule approchée, il vient

$$\log k' = -\frac{Q'}{4{,}571\,T} + \Sigma\nu\, 1{,}75 \log T + \Sigma\nu C;$$

d'où

$$E = 1{,}25 \text{ volt},$$

soit une valeur très voisine de la précédente. Aux plus hautes températures, pour lesquelles l'influence des chaleurs spécifiques devient plus importante, la formule approximative donne évidemment des résultats qui s'écartent davantage.

Bodländer a comparé les chaleurs de formation de nombreux iodures et chlorures avec les forces électromotrices des combinaisons considérées. Pour les iodures, il n'a trouvé que de faibles différences entre les deux grandeurs. Ceci s'explique par ce fait que, dans les formules

$$23\,046 E = U_0 - \beta T^2, \qquad U = U_0 + \beta T^2,$$

l'influence du coefficient β est faible et possède différents signes pour les différentes combinaisons. Pour les chlorures, par contre, Bodländer obtenait une bonne approximation en soustrayant aux chaleurs de formation par équivalent

$$5060 \text{ calories} = 0{,}22 \text{ volt}.$$

Les formules précédentes montrent que, si nous négligeons le petit coefficient β et que nous introduisions la valeur 3,2 pour la constante chimique du chlore qui se trouve ici à l'état gazeux, contrairement à l'iode, la différence entre les deux grandeurs devient

$$\frac{4,571.290\,(1,75 \log T + 3,2)}{2} = 4971 \text{ cal} = 0,217 \text{ volt}.$$

La correction empirique de Bodländer s'explique ainsi par la nouvelle théorie de l'auteur.

Le Tableau suivant indique, d'après Nernst, différentes forces électromotrices calculées d'après cette nouvelle théorie et les compare aux valeurs observées :

Réactions chimiques.	T.	Forces électromotrices, en volt: observées.	Forces électromotrices, en volt: calculées.
$Zn + Hg^2SO^4 + 7H^2O$ (glace) $= ZnSO^4, 7H^2O + 2Hg$	266	1,4624	1,4592
$Pb + I^2 = 2PbI$	291	0,863	0,863
$2Ag + I^2 = 2AgI$	291	0,678	0,618
$H^2 + HgO = Hg + H^2O$	273	0,934	0,880
$2Ag + Cl^2 = 2AgCl$	290	1,157	1,092
$Pb + Cl^2 = PbCl^2$	290	1,612	1,594
$2H^2 + O^2 = 2H^2O$	296	1,231	1,243
$H^2 + Cl^2 = 2HCl$ (6 n.)	303	1,160	1,170
$H^2 + Cl^2 = 2HCl$ (normal)	298	1,366	1,365

3° Comparaison des théories osmotique et thermodynamique. — Considérons, par exemple, l'élément Ag/I^2; appelons P_1 et P_2 les tensions de dissolution des deux électrodes et p_0 la pression osmotique d'une solution hydratée saturée en iodure d'argent. En calculant la force électromotrice par la théorie osmotique puis par la théorie thermodynamique, on trouve

$$RT \log_{\text{nép.}} \frac{P_1}{p_0} + RT \log_{\text{nép.}} \frac{P_2}{p_0}$$
$$= \varepsilon_1 - \varepsilon_2 - RT \log_{\text{nép.}} p_0^2 = \frac{U_0 - \beta T^2 - \frac{\gamma}{2} T^3}{23\,046}.$$

On reconnaît ainsi qu'il est possible de calculer les tensions de dissolution caractéristiques relatives à chaque électrode ou les potentiels relatifs ε de chaque électrode.

Comme la théorie osmotique permet de déterminer la force électromotrice de combinaisons galvaniques en solutions hydratées étendues, on voit qu'en la complétant par les considérations thermodynamiques précédentes, il est possible d'obtenir, par un simple calcul théorique, les potentiels des électrodes, ce qu'on ne pouvait obtenir avec la théorie osmotique qu'en effectuant la mesure avec l'électrode considérée. Pour ce calcul, il suffit de connaître les données thermiques et de solubilité.

On n'a d'ailleurs besoin, pour chaque potentiel d'électrode ε, que d'un sel difficilement soluble. Les solubilités de tous les sels difficilement solubles peuvent ainsi être également calculées d'après les données thermiques.

L. J.

Électrode positive pour accumulateurs à électrolyte alcalin (1).

La matière positive employée ici est un mélange d'hydrate d'oxyde supérieur de nickel avec du graphite naturel finement granulé et de l'oxyde de cadmium comme substance conductrice.

L'électrode positive est fabriquée de la manière suivante : une substance active finement divisée de capacité insuffisante telle qu'un hydrate d'oxyde supérieur de nickel est soigneusement mélangée avec une quantité convenable de graphite naturel de la meilleure qualité finement granulé. On comprime, on broie grossièrement, puis on tamise, après quoi la substance est mélangée avec une poudre finement divisée de cadmium métallique.

Ce mélange est ensuite soumis à un courant de charge par lequel le cadmium métallique est oxydé à l'état d'oxyde de cadmium. Au lieu de produire l'oxyde de cadmium en chargeant l'électrode elle-même, on peut ajouter de l'oxyde de cadmium préalablement préparé en soumettant du cadmium métallique à l'électrolyse anodique dans une solution alcaline.

Comme proportions convenables, on peut mentionner : 13 parties en poids d'oxyde de nickel, 3 parties de graphite finement granulé et 2 parties d'oxyde de cadmium. Ce mélange est façonné en brique et introduit dans des récipients en tôle métallique perforée aussi mince et aussi douce que possible, telle que la tôle de fer, le récipient étant maintenu assemblé par un châssis servant aussi de conducteur du courant.

T. P.

Accumulateur étain-peroxyde de plomb (2).

On utilise ici le couple étain-peroxyde de plomb dans l'acide sulfurique, couple dont la force électromotrice est voisine de 2 volts.

Chaque plaque positive est contenue dans un étui de papier d'amiante. Les plaques négatives en étain, de mêmes dimensions que les positives, sont également placées dans un étui de papier d'amiante occupant entièrement l'intervalle compris entre les plaques positives. Ce dernier étui est rempli de cellulose constituée par de la sciure de moelle de sureau. Cette sciure a pour but de retenir l'étain déposé électrochimiquement pendant la charge et de l'empêcher de tomber au fond de l'appareil.

Le même résultat est obtenu en immobilisant au moyen de silicate de soude l'électrolyte contenu dans l'étui étanche de papier d'amiante renfermant la plaque d'étain, mais la résistance est plus grande.

(1) Nya Ackumulator Aktiebolaget Jungner, Brevet français 412486 du 10 février 1910.

(2) Marcelin Lalande, Brevet français 412908 du 21 février 1910.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Les installations de l'Énergie électrique du Centre dans la région de Roanne.

La région de Montluçon ([1]) présentait un intérêt industriel important, par suite du développement de sa grande industrie métallurgique, chimique et minière, mais la région du Roannais présente un champ d'exploitation de premier ordre, par suite du développement de ses tissages et de ses usines les plus diverses, très condensées dans la vallée riche et fertile de la Loire.

La société l'Énergie du Centre a prévu pour, la distribution dans le Roannais, une puissance de 8000 chevaux hydrauliques, doublée d'un secours de 5000 chevaux par une usine à vapeur. L'avenir prouvera que ces puissances ne sont suffisantes que pour une première période d'exploitation.

L'apport d'énergie hydroélectrique n'a pu se faire

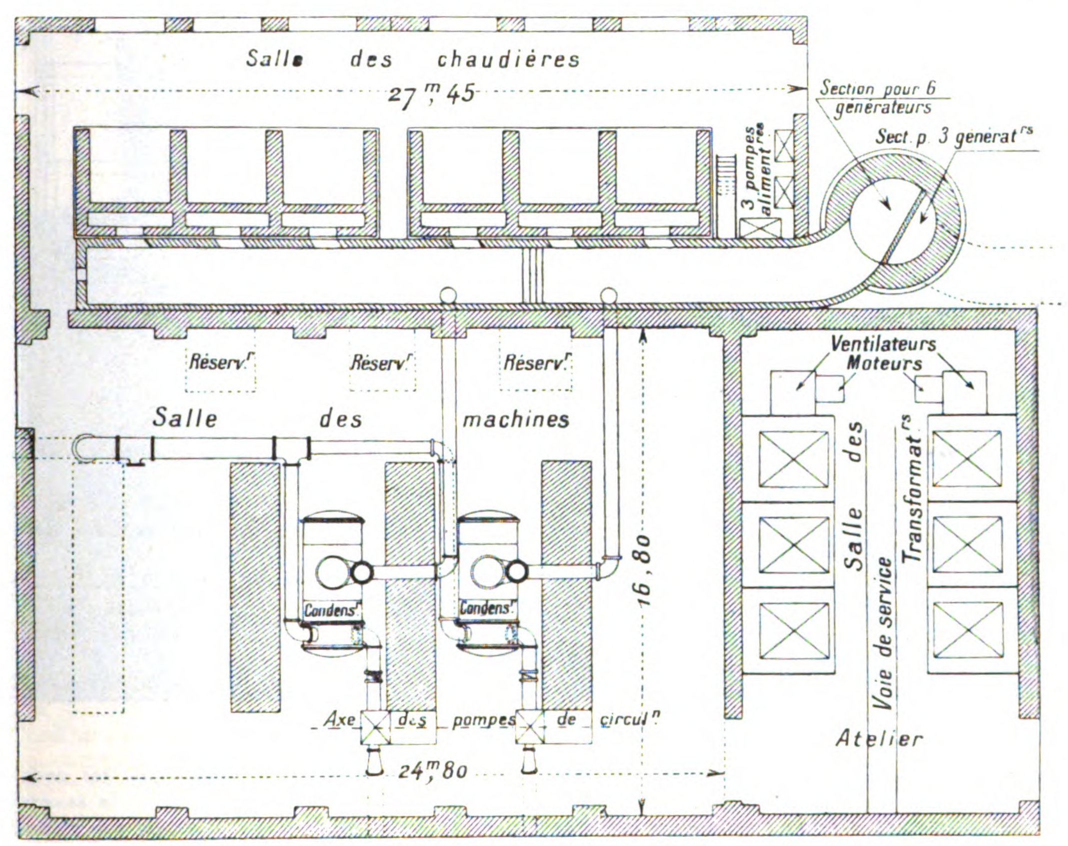


Fig. 1. — Plan de l'usine à vapeur de Roanne.

à Roanne, aussi vite que l'exigeaient les nombreux clients que l'Énergie électrique du Centre a dans cette région. Aussi, l'usine à vapeur, considérée dans le programme général comme de *secours*, a-t-elle fonctionné jusqu'ici comme source de production normale de courant.

L'énergie hydroélectrique arrive actuellement à Chazelles, à 30 000 volts, où aboutit le branchement venant de Saint-Chamond par Montaud (*voir* carte générale du réseau, p. 30 et 31). Le poste de Saint-Chamond est, en effet, un poste 60 000-30 000 volts, recevant du courant à 50 000-52 000 volts de Grenoble, comme il est dit plus loin.

D'autre part, l'Énergie électrique du Centre s'est assuré toute la production de l'usine hydroélectrique de la Vourdiat, appartenant à la Compagnie électrique du Roannais. Cette usine est située sur les bords de la Loire, près de la digue de Pinay. Elle fournira de 1200 à 1500 chevaux en régime normal.

([1]) Voir *La Revue électrique*, t. XV, 1911, p. 84.

3....

Usine a vapeur. — Afin d'éviter tout arrêt des réseaux en période de basses eaux ou par avarie aux lignes de transport de force, une usine à vapeur de secours a été créée, d'une puissance de 5000 chevaux.

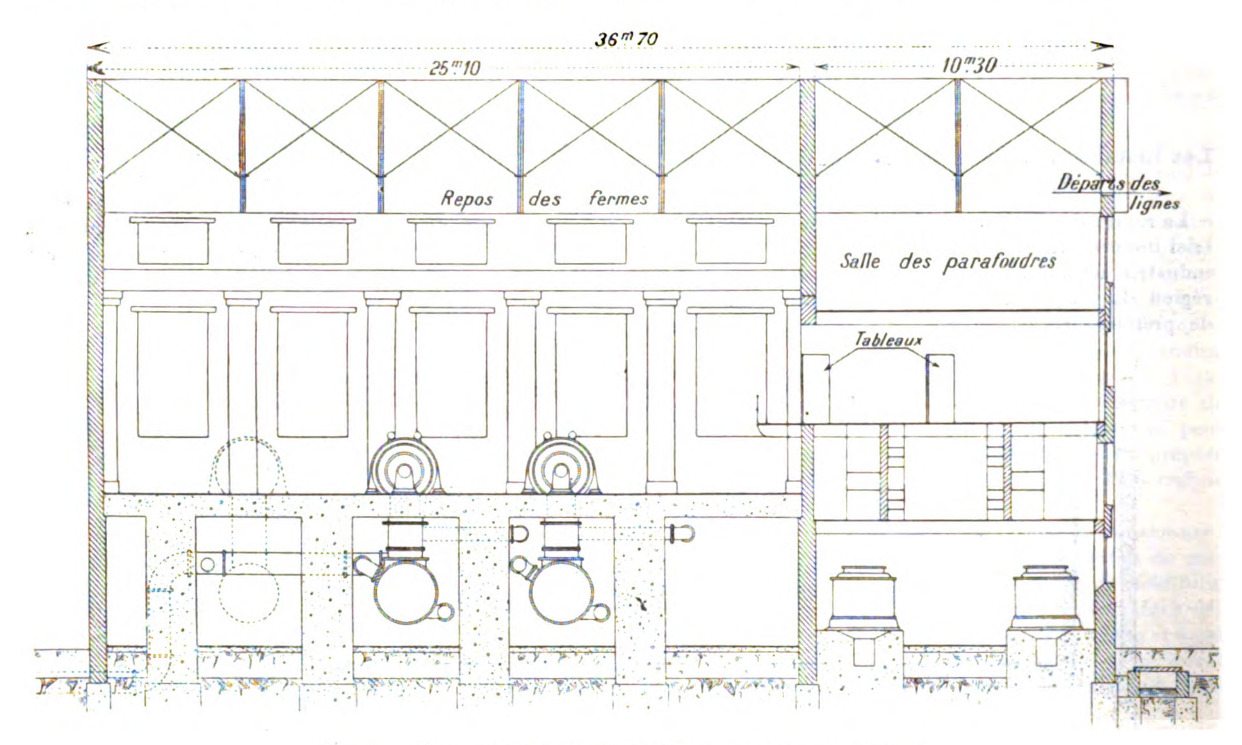


Fig. 2. — Coupe longitudinale de l'usine à vapeur de Roanne.

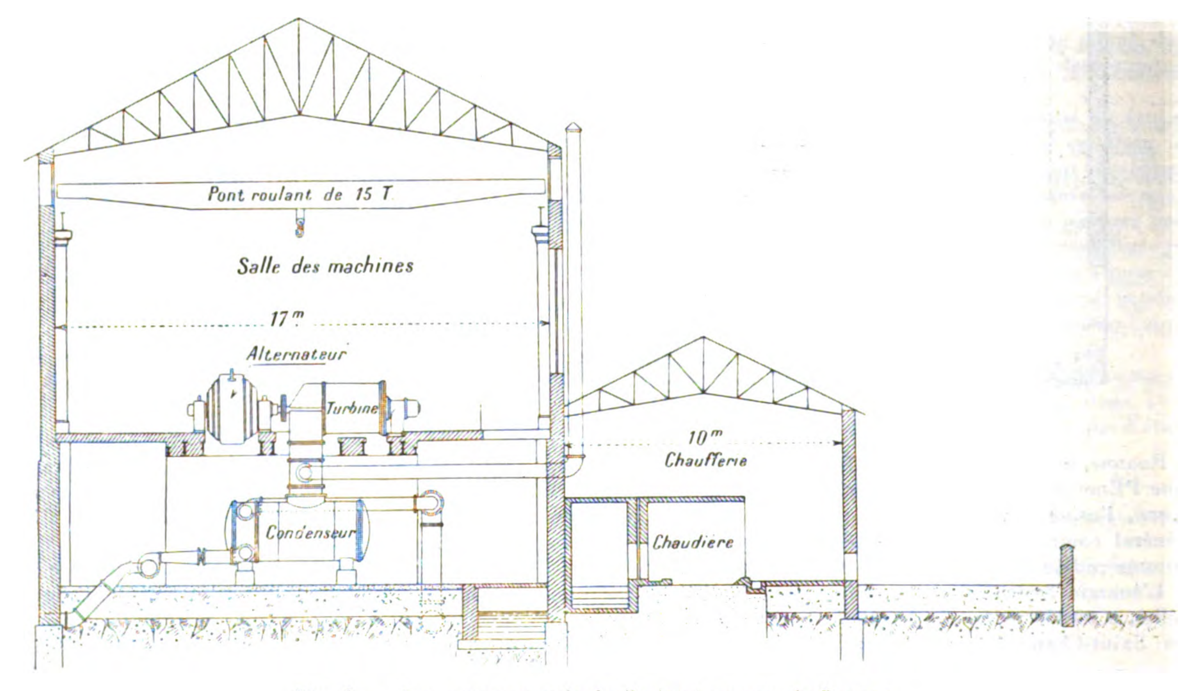


Fig. 3. — Coupe transversale de l'usine à vapeur de Roanne.

L'usine à vapeur de Roanne, placée sur la rive droite **de la Loire, au Câteau, est** très bien située au point de **vue de l'approvisionnement** d'eau. La prise d'eau en Loire **a présenté quelques difficultés** par suite de l'ensablement **et du niveau extrêmement** variable des eaux, mais celles-ci **ont été résolues par** l'établissement de prises mobiles.

L'usine (*fig.* 1 à 3) comprend une batterie de chaudières Niclausse de six générateurs munis de surchauffeurs. La surface de chauffe de chaque générateur est de 195 m², la surface de grille 6,50 m², et le timbre 13 kg : cm²; chaque générateur vaporisant 4700 kg à l'heure. Les surchauffeurs, d'une surface de 44,33 m² chacun, peuvent maintenir la température de 325°. La vaporisation est de 9 kg d'eau par kilogramme de charbon, l'eau d'alimentation étant à 30°, la surchauffe étant 325°, avec le charbon utilisé ayant un pouvoir calorifique de 8000 cal. et 15 pour 100 de cendres. La vaporisation est encore de 7 kg à l'allure poussée de 5100 kg à l'heure.

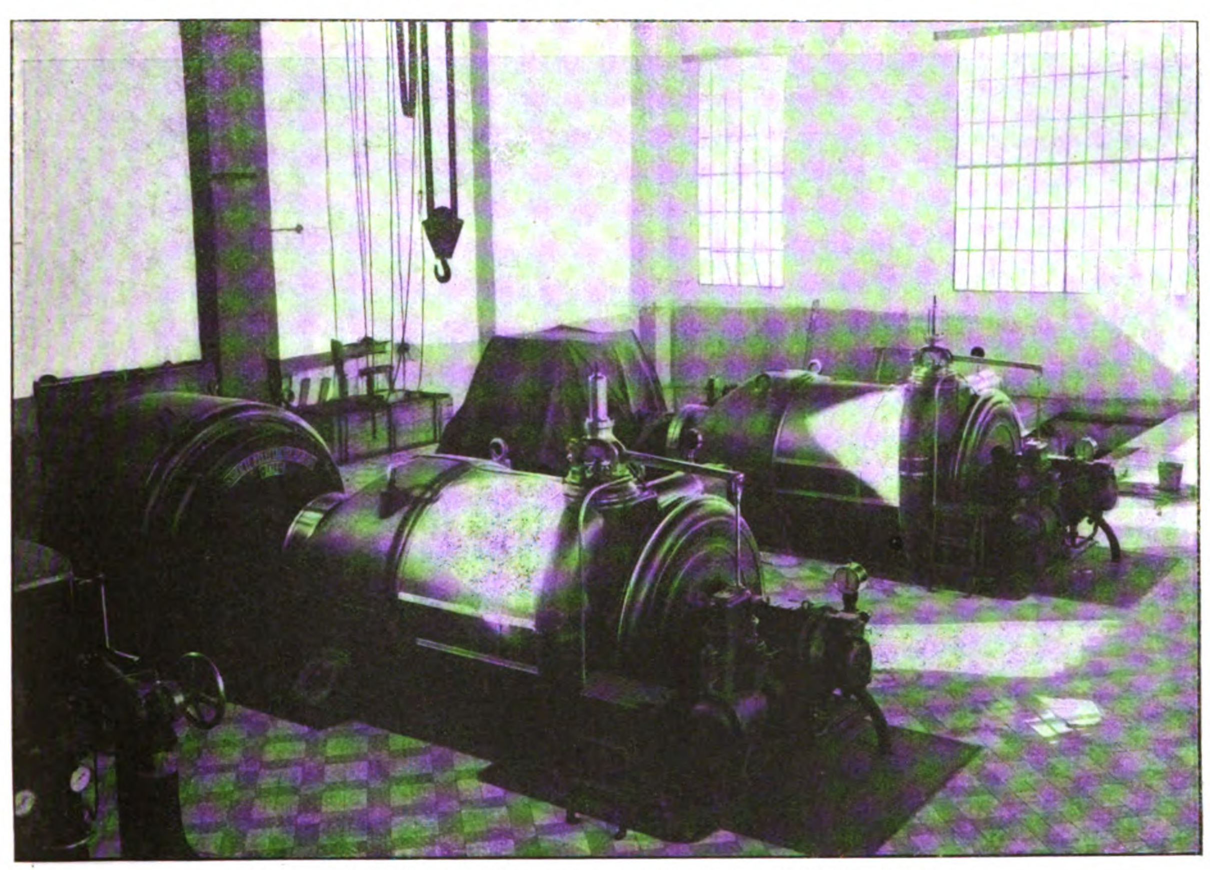


Fig. 4. — Vue des turbo-alternateurs de 2500 chevaux de l'usine de Roanne.

Le charbon est facilement amené aux générateurs **par tombereaux et déversé** directement dans des soutes **placées en face des foyers.**

La salle des machines comprend deux turbo-alternateurs de 2500 chevaux chacun (*fig.* 4), composés d'une turbine Sulzer, accouplée à un alternateur Alioth sous 1500 tours, à 12 kg : cm² de pression et 300° de surchauffe.

Les turbines sont à deux corps, une partie à haute pression avec roue d'action à injection partielle, une partie à basse pression avec aubage à réaction à admission totale.

Le condenseur de chaque turbine a 520 m² de surface de refroidissement; il comprend une pompe à air, une pompe à eau, une pompe de circulation, commandées par électromoteurs de 29, de 13 et de 36 chevaux, et fournit un vide de 95 pour 100 avec un débit de 750 m³ d'eau à 15°.

Chaque alternateur triphasé peut fournir 2270 kv-A à 3800 volts 50 périodes 1500 tours.

Chaque groupe peut marcher à échappement libre en fournissant 1530 kilowatts avec $\cos\varphi = 0,75$.

Avec condensation, chaque groupe peut fournir une surcharge continue de 10 pour 100 ou une surcharge de 25 pour 100 correspondant à 2830 kv-A pendant 3 heures.

Les variations instantanées de vitesse ne sont pas supérieures à 2 pour 100, à charge constante et à 5 pour 100 pour une variation de la charge totale.

Le rendement de l'alternateur est 93,5 pour 100 à pleine charge pour $\cos\varphi = 1$, l'excitation absorbe environ 26 kilowatts, l'échauffement au-dessus de la température ambiante ne dépasse pas 45° et la chute de tension est de 12 pour 100 pour $\cos\varphi = 1$.

Les consommations de vapeur pour $\cos\varphi = 1$ sont

de 7,230 kg par kilowatt-heure, pour la pleine charge et de 8,400 kg, pour la demi-charge, non compris l'excitation ni la condensation.

L'excitation est assurée : d'une part, par une machine Belleville de 80 chevaux accouplée directement à une dynamo à 110 volts; d'autre part, par un groupe convertisseur à moteur asynchrone et dynamo de 50 kilowatts.

L'éclairage de secours de l'usine est assuré par une petite batterie d'accumulateurs.

Le courant produit par les alternateurs est amené à quatre transformateurs Alioth de 1250 kv-A, fonctionnant dans l'air avec refroidissement par ventilation forcée, qui élèvent la tension à 20000 volts. Un cinquième transformateur de secours sera installé ultérieurement. Ces transformateurs réunis par deux, forment un groupe équivalent à chaque alternateur, ils portent des bornes réglant la tension à 21280 et 20178 volts.

Les rendements des transformateurs sont 97,5 pour 100 à pleine charge et 96,5 pour 100 à demi-charge; leur échauffement en charge est de 50° au-dessus de la température ambiante; leur chute de tension est de 3 pour 100 en charge pour $\cos\varphi = 0,75$.

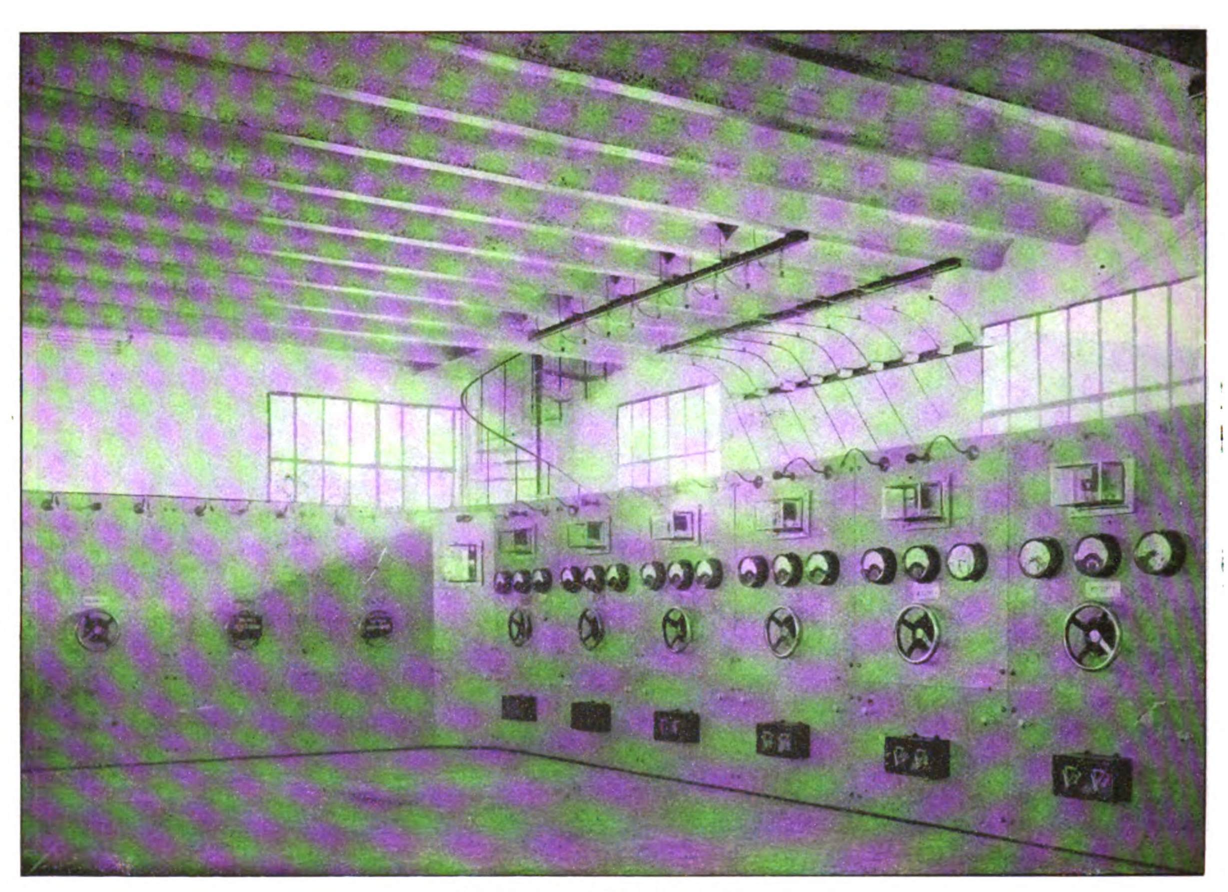


Fig. 5. — Vue du tableau général.

Ils sont essayés à l'isolement sous 30000 volts pendant 1 heure et peuvent supporter une surcharge de 20 pour 100 pendant 2 heures.

Le tableau de distribution (*fig.* 5 et 6) comprend deux panneaux pour le service des alternateurs, un panneau de service général, les panneaux de commande des transformateurs, deux panneaux de départs souterrains et des panneaux pour les départs aériens de la région du Roannais. Il a été construit par la Société Alioth suivant les procédés modernes, à plusieurs étages avec cloisonnement en cellules isolées pour chaque appareil.

RÉSEAUX. — La ville de Roanne, très importante au point de vue de la force motrice installée, est alimentée au moyen de deux câbles souterrains à 20000 volts formant feeders principaux, traversant la Loire et se rendant à des postes de transformateurs à partir desquels rayonnent en ville des réseaux à 3800 volts ou à basse tension.

C'est la première application en France d'un réseau de ville à la tension aussi élevée de 20000 volts directs.

Les réseaux aériens à 20000 volts (*fig.* 7) partent, établis sur poteaux en ciment, de l'usine de Câteau et alimentent la région voisine de Roanne, très industrielle.

L'un de ces départs est composé de deux lignes qui se dirigent vers l'Ouest montées sur les mêmes poteaux jusqu'à Montagny, où se trouve installé un grand poste permettant de sectionner le réseau. A partir de ce poste

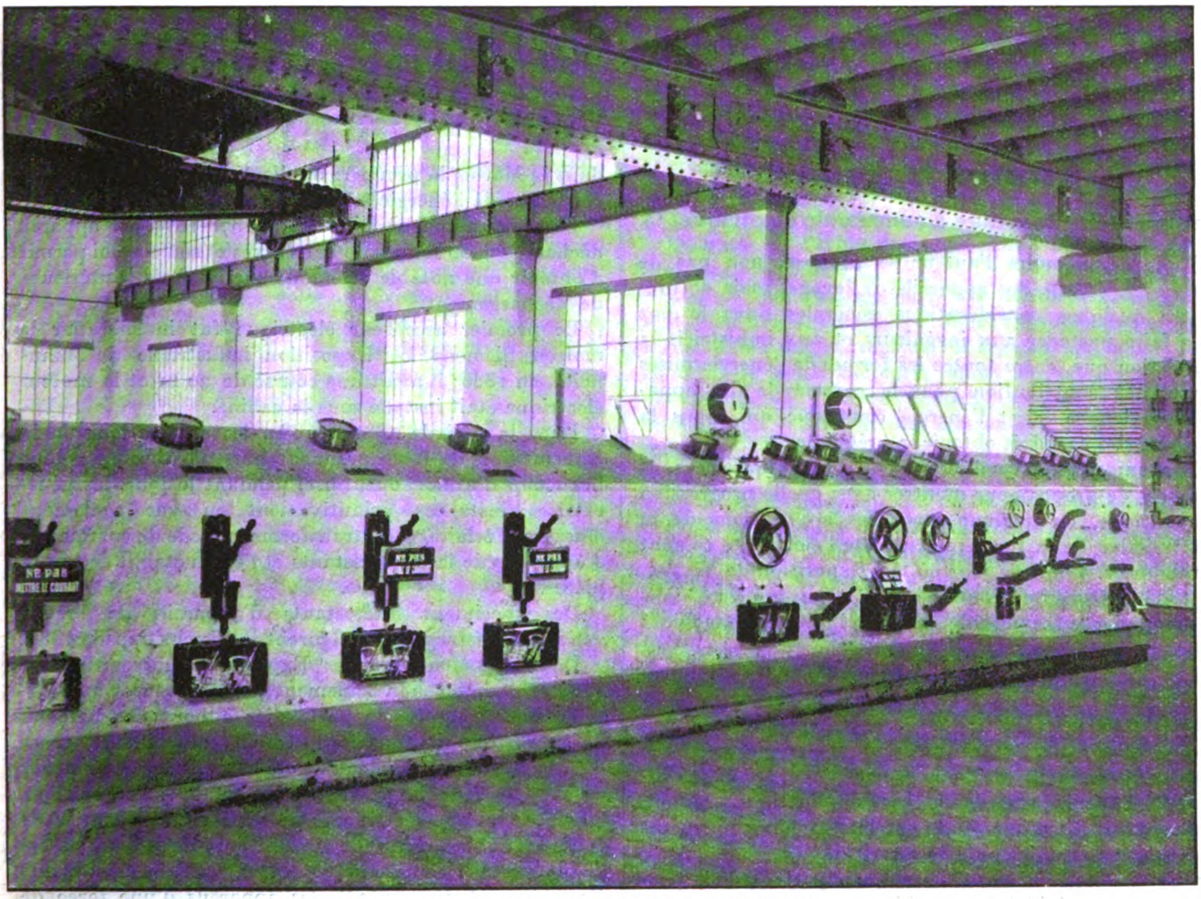


Fig. 6. — Vue du tableau de manœuvre.

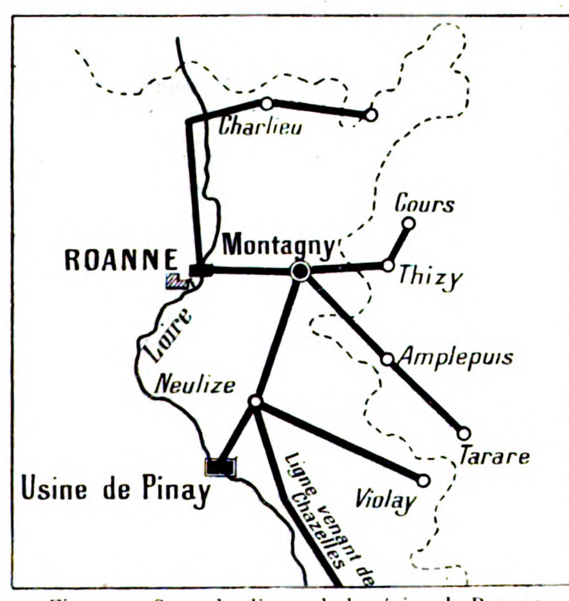


Fig. 7. — Carte des lignes de la région de Roanne.

l'une des lignes se dirige vers Combre, Saint-Victor, Amplepuis et Tarare en passant à travers le massif des monts du Lyonnais. Elle est en câbles aluminium 64 mm².

L'autre ligne va alimenter la région industrielle de Bourg-de-Thizy, de Thizy, la vallée de Trambouze jusqu'à Cours et La Ville. Toutes ces localités reliées les unes aux autres par des usines et des tissages occupent plus de 15000 ouvriers et nécessitent actuellement 5000 chevaux de force motrice en moteurs divers peu économiques.

L'autre départ qui ne comprend qu'une seule ligne traverse la Loire en aval du barrage du canal du Centre, remonte ensuite vers le Nord, alimente Briennon, puis tournant vers l'Est traverse la Loire, passe à Pouilly, Charlieu, Saint-Denis-de-Cabane, Belmont.

Cette région, située au nord de Roanne, n'est pas à proprement parler une région d'industrie intensive comme celle de la vallée de Trambouze; c'est néanmoins le pays du petit moteur. A Charlieu, en particulier, il existe plus de 500 chevaux de petite puissance.

Des postes de sectionnement analogues à celui de Montagny, avec disjoncteurs automatiques et surveillants, sont installés à Charlieu, à Bourg-de-Thizy et à Cours.

T. Pausert.

3.....



APPLICATIONS MÉCANIQUES.

APPAREILS DE LEVAGE.

Les appareils de levage à commande électrique (1).

Dans ce mémoire l'auteur se propose, non pas de décrire en détails des appareils de levage, mais de présenter quelques considérations générales dans le but de « faire partager aux ingénieurs et aux industriels la conviction que, entre toutes les formes de l'énergie mises jusqu'ici à contribution pour la commande des appareils de levage, c'est l'énergie électrique qui, dans la majorité des cas, doit obtenir la préférence ».

HISTORIQUE. — Quelques mots d'historique ne sont pas hors de propos pour montrer avec quelle progression géométrique, en quelque sorte, les applications de la transmission de la force motrice par l'électricité se sont développées, depuis le jour où, à l'Exposition de Vienne, en 1873, Hippolyte Fontaine a mis en lumière, dans une expérience mémorable, la réversibilité des machines dynamo-électriques.

Toutefois, jusqu'en 1881, date où l'Exposition internationale d'Électricité fut l'origine d'un essor considérable de la nouvelle industrie, on constate fort peu d'applications de la transmission électrique de force motrice. Cependant, de bons esprits voyaient déjà clairement l'avenir réservé à ces applications, témoin l'extrait suivant d'une étude sur les machines magnéto-électriques Gramme, publiée en 1875.

« Cette idée, écrivait Niaudet, en parlant de la propriété de réversibilité des machines de Gramme a besoin d'être mûrie, mais il est difficile que les ingénieurs ne s'en émeuvent pas grandement; on voit en effet, qu'elle fournit un moyen facile d'utiliser la force motrice des chutes d'eau si abondantes dans les montagnes, loin de ces montagnes, d'utiliser la force de la marée loin des côtes, etc.

» Quelques difficultés imprévues peuvent se présenter, mais nous n'hésitons pas à dire que de cette combinaison mécanique nouvelle sortira une révolution industrielle et économique. »

Les appareils de levage furent, après la traction, parmi les applications qui profitèrent en première ligne de cette révolution industrielle.

Il y a d'ailleurs une grande analogie entre les deux genres d'applications, quant aux procédés d'adaptation de la commande électrique, et le « levage » a bénéficié, dans une large mesure, des progrès réalisés dans le domaine de la « traction », surtout pour l'utilisation du courant alternatif monophasé.

Le premier brevet relatif à la commande électrique des appareils de levage fut pris en France. C'est M. J. Chrétien, qui le déposa en février 1878.

La même année, il effectua à la sucrerie de Sermaize, dans la Marne, la première application de la transmission électrique de l'énergie à un appareil de levage.

Dans la campagne sucrière de 1878-1879, cet appareil déchargea 4000 tonnes de betteraves et son emploi permit d'obtenir une notable économie sur les frais antérieurs de déchargement.

Le premier ascenseur électrique fut installé par la maison Siemens à l'Exposition industrielle de Mannheim, en 1880; il avait une course de 20 m et le moteur électrique était installé sous la cabine.

Dans la période 1881 à 1889, les applications de la transmission de force prennent plus d'extension : dans beaucoup d'usines, on utilise, pendant le jour, les génératrices installées primitivement en vue seulement d'assurer l'éclairage, on transforme le mode de commande d'appareils de levage existants et l'on en établit de toutes pièces.

Des spécimens intéressants d'appareils de levage actionnés électriquement figurent à l'Exposition de 1889.

Entre nos deux grandes Expositions universelles de 1889 et de 1900, non seulement de nombreuses applications sont réalisées, en particulier à bord des bateaux de guerre (monte-munitions, treuils escarbilleurs, grues d'embarcations, guindeaux, etc.), mais on commence à s'attaquer à des appareils très importants : c'est en 1890, en effet, qu'on électrifie le premier grand chantier de travaux publics, celui de l'avant-port de Bilbao (entreprise Coiseau, Couvreux et Allard), où la commande électrique est appliquée à des appareils d'une force de 100 tonnes.

C'est en 1892 que la Société Thomson-Houston établit le premier grand treuil d'extraction de mine, d'une puissance d'un millier de chevaux.

Entre 1891 et 1893, on fait timidement quelques applications de l'électricité à des grues de quais maritimes.

Ce n'est qu'en 1893-1894 que M. Delachanal, chargé par la Chambre de Commerce du Havre d'étudier l'électrification de l'outillage de ce port, pose nettement les termes du problème qu'il résout méthodiquement avec le concours de MM. Caillard frères et Hillairet-Huguet.

Nombre de grands ports ont suivi l'exemple du Havre.

Depuis 1900, le développement des applications de la transmission électrique de force motrice, et plus particulièrement celles relatives à la traction et aux appareils de levage, a été prodigieux.

Le prix du courant pour force motrice n'est plus même la moitié de ce qu'il était dans la période précédente, et le prix du matériel, moteurs et appareils de manœuvre, a baissé dans une proportion analogue.

PRINCIPAUX TYPES D'APPAREILS DE LEVAGE. — L'auteur divise ces appareils en trois catégories :

1° La charge se meut dans une seule direction, verticale ou inclinée (ascenseurs, machines d'extraction, norias, plans inclinés, etc.);

(1) G. DEHENNE, *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*, 1910, n° 10, p. 333-366.



2° La charge est animée de deux mouvements, l'un dans le sens vertical, l'autre de giration autour d'un axe; les grues mobiles ont bien également un mouvement de translation, mais il est assez rare qu'on l'utilise pour déplacer la charge;

3° La charge est animée de trois mouvements : déplacement vertical, déplacement longitudinal (dit de translation), déplacement transversal (dit de direction); c'est le cas des ponts roulants transbordeurs prenant point d'appui soit sur des voies aériennes, soit, par l'intermédiaire de palées, sur des voies au niveau du sol.

Il existe des catégories bâtardes : certaines grues n'ont, en effet, de mouvement de la charge que dans un plan vertical (bigues) et certains ponts sont fixes et ne transbordent que dans un seul sens.

ORGANES COMMUNS AUX DIVERS TYPES. — *Treuil.* — L'appareil commun à ces diverses catégories est le treuil. Dans le treuil, la vis sans fin et la roue striée sont généralement du type globique. La pente de la vis est souvent déterminée de telle façon que l'ensemble des organes soit à la limite de réversibilité et le frein électromagnétique, ou autre, n'a qu'un appoint à faire pour empêcher le dérivage à l'arrêt.

Pour certaines applications où la question de sécurité se pose plus particulièrement, il est bon de munir le treuil d'un limiteur d'effort, ayant pour but d'absorber la puissance vive, emmagasinée pour la majeure partie dans l'induit de l'électromoteur, si la charge levée vient à rencontrer un obstacle.

Les barbotins ou noix à empreintes, pour chaînes calibrées, et les pignons Gallo ne sont guère usités que pour des vitesses relativement faibles d'enroulement, inférieures à 0,50 m par seconde. Au delà on emploie de préférence des câbles ronds, ou plats, en acier.

Les câbles tendent à se substituer aux chaînes, tant en raison des progrès réalisés dans leur fabrication que de l'augmentation progressive des vitesses des charges manutentionnées.

Vis sans fin cylindriques et globiques. — L'emploi des vis sans fin, comme organes irréversibles ou simplement comme réducteurs de vitesse, s'est particulièrement développé à partir du moment où s'est généralisée la commande électrique des treuils. Nous estimons donc qu'il y a lieu, dans cet exposé, d'entrer dans quelques développements à leur sujet.

Avec la vis sans fin cylindrique, le contact entre les dents de la roue striée et les filets de la vis n'a lieu qu'en un seul point : elle ne convient donc guère pour transmettre des efforts de quelque importance.

Avec la vis globique, au contraire, le contact a lieu non seulement simultanément sur plusieurs filets, mais également sur toute la hauteur des dents. Elle se prête donc mieux que la vis cylindrique à la transmission des efforts importants. En fait, elle est presque exclusivement employée maintenant.

Les vis à grande vitesse angulaire tangentent la roue en dessus ou latéralement; on évite ainsi l'émulsion de l'huile du carter par le fouettement de la vis. La rotation relativement rapide de la jante de la roue amène toujours suffisamment de lubrifiant jusqu'aux points où se fait le contact.

Quand la vitesse de rotation est faible et l'effort important, on fait tangenter de préférence en dessous, de manière que le contact baigne dans l'huile.

La roue et la vis sont enfermées dans un carter hermétique. Le train réducteur à vis est constitué, en somme, non seulement par la roue et la vis, mais également par les deux paliers de l'arbre de la vis et les deux paliers de l'arbre de la roue.

La butée de l'arbre de la vis se fait sur collets ou de préférence sur billes.

L'effort qui s'exerce entre les dentures n'est pas le seul élément à considérer dans l'établissement d'une transmission par vis sans fin; il faut naturellement tenir compte de deux facteurs; effort et vitesse relatives des points où s'exerce l'effort. On doit s'évertuer à obtenir un coefficient de frottement aussi favorable que possible. Ce coefficient varie entre des limites étendues suivant la nature des métaux en présence, la valeur absolue de la pression, la perfection de l'usinage des organes et la qualité du graissage.

La couronne striée est généralement en bronze phosphoreux et la vis en acier dur.

Si l'on tient à satisfaire à la condition d'irréversibilité, on donne aux filets de la vis une pente inférieure à 6 pour 100 quand la butée se fait sur billes, et à 10 pour 100 quand la butée se fait sur collets.

Le plus souvent, on cherche à donner au train réducteur à vis le meilleur rendement possible, et l'appoint nécessaire pour réaliser l'irréversibilité, à l'état statique de la charge, est donné par un frein électromagnétique qui cesse d'agir automatiquement dès qu'on lance le courant dans le moteur du treuil.

On a pu obtenir, de trains réducteurs à vis, des rendements atteignant et dépassant même 90 pour 100, la butée se faisant, bien entendu, sur billes. Le frottement entre vis et roue n'occasionne pas, dans ce cas, une perte supérieure à 3 ou 4 pour 100; l'ensemble des pertes dans les quatre paliers du train réducteur et la butée à billes est sensiblement le double, soit 6 à 7 pour 100.

Le rodage prolongé des surfaces en contact augmente le rendement, et il arrive que des treuils irréversibles à l'origine le deviennent après quelque temps de mise en service.

Limiteurs d'efforts. — Nous avons dit que pour des raisons de sécurité il convient généralement d'adjoindre au treuil un limiteur d'effort. Ce limiteur peut être mécanique ou électrique. Les limiteurs électriques, agissant par introduction de résistances dans le circuit, sont loin, suivant l'auteur, d'avoir la même efficacité.

Le fonctionnement des limiteurs mécaniques résulte le plus souvent de ce que l'un des organes réducteurs de vitesse (engrenage ou roue striée), n'est pas calé directement sur l'arbre qui porte la noix ou le tambour de levage : il n'en est rendu solidaire que par la friction d'un plateau claveté sur cet arbre. Cette friction doit être aussi constante que possible et, à cet effet, les surfaces de contact entre le plateau et la roue sont lubrifiées. La pression est réglée par l'intermédiaire d'un écrou qui comprime plus ou moins des couples de rondelles Belleville. On règle pour que le glissement se produise entre 1,75 et 2 fois l'effort normal.

Câbles. — Pour assurer une assez longue durée aux câbles de levage, il y a un certain rapport à observer entre le diamètre des fils qui constituent les torons du câble, le diamètre de ce câble et le diamètre du tambour d'enroulement.

On estime généralement que l'on est dans de bonnes conditions en adoptant les règles empiriques suivantes : donner au tambour 800 à 1000 fois le diamètre des fils élémentaires constituant les torons et 25 à 30 fois le diamètre du câble. Ainsi, un câble de 20 mm de diamètre, dont les fils élémentaires en acier ont 6 à 10 mm de diamètre, nécessite un diamètre de tambour de

$$800 \times 0{,}0006 = 0{,}48 \text{ m},$$

pour réaliser la première condition et, pour répondre à la seconde condition, un diamètre de $25 \times 0{,}02 = 0{,}50$ m.

Ces règles n'ont rien d'absolu; il est inutile, d'ailleurs, de plier aux mêmes desiderata un tambour d'ascenseur à grande vitesse qui fait plus de 500 ascensions par jour, et un tambour de monte-charges pour marchandises qui effectue, à vitesse lente, une dizaine d'ascensions par jour.

Il existe des treuils dans lesquels le tambour est remplacé par une poulie à gorge de grand diamètre, et le câble, qui n'épouse la poulie que sur une partie de sa circonférence, tient par simple adhérence. Le fond de la gorge est garni de cuir ou de bois. Ce système est employé dans beaucoup de machines d'extraction sous le nom de poulies Kœpe. Quelques ascenseurs à très grande course de certains « gratte-ciels » des États-Unis l'emploient également.

Dans ces deux cas, le moteur électrique, dont la vitesse de rotation est suffisamment réduite, actionne généralement l'axe de la poulie à câble sans aucun intermédiaire.

Éviter autant que possible, au point de vue de la sécurité et de la durée des câbles, des inflexions successives d'un câble dans les deux sens.

Appareil de manœuvre. — Les appareils de manœuvre peuvent être divisés en « combinateurs » et en « contacteurs ». Leur grande analogie avec les appareils du même genre employés dans la traction nous dispense d'y insister. Disons seulement que l'on constate, au fur et à mesure du développement des applications, une tendance très marquée à les unifier et à les simplifier.

Appareils de levage de la première catégorie.

Les plus répandus sont les ascenseurs; les plus puissants sont les machines d'extraction de mines.

Ascenseurs. — Voici quelques chiffres concernant ces appareils :

Les ascenseurs des maisons de rapport de Paris ont de 16 m à 22 m de course et peuvent généralement monter trois personnes à la fois, soit environ 200 kg de charge utile. Leur vitesse est de 0,30 m à 0,40 m par seconde.

Un ascenseur établi pour réaliser ces conditions coûte, de premier établissement, 10 000 à 12 000 fr dans une maison neuve et 14 000 fr à 16 000 fr dans un immeuble existant; dans ces prix l'ascenseur proprement dit (treuil, appareils de manœuvre, guidages, cabine) ne figure que pour 7 500 fr environ. La dépense d'énergie oscille entre 150 fr et 225 fr (courant à 0,50 fr le kilowatt-heure), suivant que l'ascenseur dessert un ou deux appartements par étage et qu'il est branché sur circuit à courant continu ou à courant alternatif. A puissance fournie égale, le moteur à courant alternatif exige, en effet, un peu plus d'énergie motrice.

Le coût moyen de l'entretien d'un ascenseur d'appartement est d'environ 250 fr par an. Un propriétaire a intérêt à installer un ascenseur quand il peut obtenir ainsi une augmentation de valeur locative des appartements de 250 fr à 400 fr suivant les étages, soit 1200 fr à 1400 fr pour l'ensemble des appartements desservis par un ascenseur.

Les ascenseurs parisiens marchent généralement, lentement, surtout ceux des maisons bourgeoises. Cependant on tend actuellement à se rapprocher de la vitesse de 0,50 m par seconde, chiffre qu'il convient d'ailleurs de ne pas dépasser quand la cabine n'est pas convoyée.

Les grands hôtels qui reçoivent des étrangers ont des ascenseurs dont les vitesses sont comparables à celles adoptées couramment en Amérique, c'est-à-dire comprises entre 0,75 m et 1,5 m à la seconde.

Bien entendu, les ascenseurs américains qui desservent les maisons à 25 étages ont des vitesses encore plus considérables qui atteignent 3 m par seconde. Certains de ces immeubles comportent de 10 à 15 ascenseurs, express sur une partie de leurs parcours, omnibus (c'est-à-dire desservant tous les étages), sur l'autre partie.

D'après les chiffres qui précèdent, la consommation de courant n'est plus l'élément principal du coût annuel de l'ascenseur, ainsi qu'il en était autrefois pour l'ascenseur purement hydraulique. L'eau devrait être vendue, à Paris, moins de 0,10 fr le mètre cube (au lieu de 0,60 fr) pour que l'ascenseur hydraulique puisse entrer de nouveau en lutte avec l'ascenseur électrique ou hydro-électrique.

L'industrie des ascenseurs s'est considérablement développée depuis l'établissement des distributions d'électricité. On installe des ascenseurs même sur les grands paquebots.

Les ascenseurs électriques continus du type de Hart, sortes de norias, sont employés quelquefois, surtout en Allemagne et au Danemark.

On peut à la rigueur faire également rentrer dans la classe des ascenseurs, les escaliers mobiles à mouvement continu, dont les principales applications se trouvent aux États-Unis et en France.

Machines d'extraction. — Divers articles ont été récemment publiés ici sur cette question; nous y renvoyons nos lecteurs.

Monte-charges. — Les appareils de la première catégorie comprennent également les ascenseurs pour marchandises désignés plus communément sous le nom de monte-charges et, comme les ascenseurs pour personnes, ils sont légion.

Peu d'usines, disposant de courant, ne possèdent pas un ou plusieurs monte-charges électriques. Presque tous les chantiers du Métropolitain ont été équipés avec monte-charges électriques. Beaucoup de monte-charges sont installés pour le levage des matériaux des maisons en construction, et l'on utilise souvent à cet effet les branchements qui serviront ultérieurement au service des ascenseurs de l'immeuble.



Les monte-charges ne diffèrent des ascenseurs qu'en ce sens qu'ils lèvent des charges plus importantes à vitesse moindre, qu'ils comportent fréquemment l'emploi de chaînes et que leurs treuils et appareils de manœuvre sont plus simples. Les cages ne sont pas munies de parachutes.

Cependant, quand les monte-charges doivent servir à la fois au service des marchandises et du personnel, le parachute est réglementaire.

On peut citer, dans ce cas, la batterie de douze monte-charges électriques installée par MM. Sautter, Harlé et Cie, à l'Hôtel des Postes de Paris. Ces appareils, qui assurent depuis 1897 les services dits des « Transbordements » et des « Périodiques », ont remplacé avantageusement l'ancien système dans lequel la vapeur agissait directement sur des multiplicateurs hydrauliques. L'électrification de ces monte-charges a permis de réaliser une économie annuelle d'exploitation supérieure à 50 000 fr. Les frais d'entretien sont insignifiants malgré une intensité de service considérable de 400 à 500 ascensions par jour et par monte-charges.

Il est des monte-charges qui ne transportent pas de personnes mais qui, autant que les ascenseurs, doivent être munis d'appareils de sécurité : ce sont les monte-charges qui transportent à bord des navires de guerre les munitions depuis les soutes jusqu'aux batteries.

Non seulement la benne est munie de parachutes, mais sur l'axe du tambour du treuil est un limiteur d'effort qui glisse au cas où l'effort sur le câble de levage devient trop important; en particulier si, malgré toutes les précautions prises, la benne qui porte les munitions venait à buter à fin de course supérieure.

Ce dispositif est très efficace pour annuler, au moment de la butée, les effets de la puissance vive de l'induit de l'électromoteur qui est considérable, quand la nécessité de réduire le poids et l'encombrement de l'électromoteur conduit à une vitesse de rotation élevée de l'induit.

Les emplacements étant très mesurés, même à bord des cuirassés, les treuils des monte-charges doivent avoir en plan, un encombrement aussi réduit que possible, ce qui conduit à l'emploi d'électromoteurs à axe vertical. Un débrayage permet de passer éventuellement de la marche électrique à la marche à bras d'hommes. Dans ce cas, l'effort sur les manivelles est transmis au tambour par l'intermédiaire d'un organe irréversible à grand rendement.

APPAREILS DE LA DEUXIÈME CATÉGORIE. — *Grues.* — D'après la classification adoptée ci-dessus, les appareils de cette catégorie sont disposés pour donner deux séries de mouvements à la charge : levage et giration. C'est le cas de toutes les grues fixes.

La plupart des grues sont, il est vrai, montées sur truck roulant, mais le mouvement de translation, en charge, peut être considéré comme exceptionnel.

Cependant certaines grues, improprement appelées grues vélocipèdes (le terme bicycle conviendrait mieux), non seulement lèvent et orientent la charge, mais lui donnent un mouvement de translation.

Pour la commande des grues de port la lutte a été longue et ardente entre l'électricité d'une part, la vapeur et surtout l'eau sous pression. En 1895, M. Delachanal, à la suite d'essais comparatifs décrits devant la Société des Ingénieurs civils, concluait en faveur de l'électrification des grues à vapeur, mais considérait comme peu probable la substitution avantageuse de l'électricité à l'eau sous pression. Pendant ces 15 dernières années, l'électricité a pris nettement le dessus pour cette application, aussi bien en France, qu'à l'étranger.

Certains ports, tel celui de Hambourg, possèdent actuellement près de 200 grues électriques de diverses puissances. Un des derniers ports français, dans lesquels une importante installation a été réalisée, est celui de Nantes.

L'installation comporte 12 grues à portique d'une portée entre rails de 9,80 m suffisante pour encadrer deux voies de chemin de fer.

Les données d'établissement sont les suivantes :

Puissance normale	1500^{kg}
Charge d'essais	2000^{kg}
Stabilité éprouvée à la charge statistique de...	3000^{kg}
Portée entre pivot et crochet	14^{m}
Course du crochet	23^{m}
Hauteur de la tête de flèche au-dessus des rails.	14^{m}

Les moteurs reçoivent le courant continu à la tension de 440 volts. La vitesse de levage à la charge normale de 1500 kg est de 0,75 m par seconde. Le freinage rhéostatique permet d'effectuer la descente à des vitesses comprises entre 1 m et 5 cm par seconde. La vitesse du mouvement de giration est de 2 m par seconde au crochet. La translation s'effectue au moyen du moteur qui sert au levage, à raison de 0,20 m : sec. On peut faire varier la portée de la grue en relevant la flèche; c'est également le moteur de levage qui est utilisé pour effectuer cette opération. C'est à MM. Farcot frères que la Chambre de Commerce de Nantes a confié cette installation.

La Chambre de Commerce de Nice a fait exécuter par les mêmes constructeurs une grue pivotante fixe de 16 m de portée pouvant lever 30 tonnes à 3 m : min. et 10 tonnes à 9 m : min. La giration complète s'opère en 100 secondes environ. Cette grue ne comporte qu'un seul moteur de 35 chevaux à courant triphasé, 400 volts, 25 périodes. Elle est munie d'une commande éventuelle à bras. Le massif en maçonnerie, qui porte l'ensemble de la grue pèse 600 tonnes environ.

Il existe dans quelques grands ports d'énormes appareils de levage désignés sous le nom de grues mâtures. Un de ces géants, celui de Newport, est de la force de 150 tonnes; il pèse 775 tonnes et emploie un électromoteur de 200 chevaux pour lever la charge à raison de 2 m par minute.

APPAREILS DE LA TROISIÈME CATÉGORIE. — C'est celle des ponts roulants transbordeurs, appareils qui donnent, normalement à la charge trois mouvements : levage, direction et translation.

Le pont roulant est devenu l'appareil indispensable de tout atelier et presque partout maintenant il est actionné électriquement.

Dans beaucoup d'établissements métallurgiques, les parcs de classement des produits marchands sont desservis par des ponts transbordeurs électriques à grande

3.....

portée et à grande vitesse, qui circulent sur des voies aériennes. Certaines portées dépassent 50 m.

Au fur et à mesure de l'augmentation d'importance des appareils de levage actionnés électriquement et du développement de la concurrence qui en est la conséquence, on constate, chez nombre de constructeurs, une tendance fâcheuse à établir trop économiquement les organes, au détriment de la solidité.

Les charpentes de ponts roulants, en particulier, sont devenues de plus en plus légères; le coût d'établissement et même l'esthétique y trouvent malheureusement plus leur compte que la sécurité.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que les appareils n'ont pas seulement à résister statiquement aux effets dus aux charges et même aux surcharges d'épreuves, mais qu'ils ne doivent pas travailler à des taux exagérés au moment des démarrages et freinages brusques, pouvant parfois occasionner des suppléments d'efforts, de l'ordre de grandeur de ceux dus aux charges proprement dites.

Il est bon qu'industriels et ingénieurs réagissent d'autant plus contre cette pratique qu'une autre tendance, qu'il faut approuver, est, à l'exemple de ce qui se pratique depuis longtemps en Amérique, d'augmenter la vitesse des ponts transbordeurs. Il faut pourtant se garder des exagérations, procéder rationnellement et ne pas traiter un pont destiné à desservir un atelier de mécanique, à mettre des pièces en pointes sur un tour, ou à faire le service d'une fonderie, de la même manière qu'un pont servant à la manutention des produits fabriqués dans les parcs de classement des usines métallurgiques.

Nous signalerons, en passant, que surtout pour cette dernière application, la rapidité des manœuvres peut être augmentée par la substitution d'électro-aimants porteurs aux moyens ordinaires d'élingage des pièces à manutentionner.

On fait des électro-aimants pouvant lever 5 tonnes à 7 tonnes, porter simultanément 25 gueuses de fonte ou plusieurs tôles superposées.

Conclusions. — « En résumé et pour conclure, écrit l'auteur, nous constaterons de nouveau que les principales raisons de la faveur dont bénéficient déjà et dont doivent bénéficier encore plus les appareils de levage à commande électrique résident dans deux ordres de faits :

» Dans les qualités des motrices, qualités qui ont été énumérées longuement au cours de cet exposé, et, en première ligne peut-être, dans la facilité avec laquelle l'énergie électrique est canalisée et distribuée. Aucune des diverses autres formes de l'énergie qui sont susceptibles d'être transportées et distribuées par canalisations entre des appareils de levage : eau sous pression, vapeur, air comprimé, gaz, ne présente, à beaucoup près, des facilités comparables à celles que donne l'énergie électrique.

» Dans la transmission hydraulique, le système moteur ne le cède en rien comme simplicité, souplesse, facilité de réglage aux meilleurs moteurs employés dans les appareils électriques; d'aucuns lui confèrent même une supériorité; mais quelle infériorité dans les moyens de lui amener l'énergie! C'est la véritable raison du « crépuscule » de la transmission hydraulique.

» Pour arriver à plus de perfection encore, dans l'adaptation de l'électricité à la commande des appareils de levage on devra s'attacher, plus qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, à augmenter les vitesses de la charge et, dans les appareils à grande vitesse, à généraliser le plus possible l'emploi des câbles métalliques, que l'on parvient à faire plus souples et plus résistants qu'autrefois.

» On renoncera à l'emploi d'un moteur unique pour actionner les divers mouvements : on gagnera en souplesse et en précision dans les manœuvres en adaptant au moins un moteur à chacun des mouvements de la charge.

» Par contre, on réduira, autant que possible, la vitesse angulaire des électromoteurs, de manière à réduire les effets d'inertie au moment des démarrages et des freinages. »

MOTEURS.

Le calcul des rhéostats de démarrage des moteurs à courant continu à excitation shunt [1].

Ce calcul est effectué en général de telle manière que le courant dans l'induit varie entre deux limites J_a (intensité du courant à pleine charge) et J_0 (intensité limite tolérée); cette condition de fonctionnement est réalisée si la résistance totale est séparée en parties formant une série géométrique.

Si nous désignons les résistances entre les différents plots, par r_1, r_2, r_3, etc., par R la résistance totale du rhéostat, et par w_a la résistance de l'induit, on a

(1) $$R = r_1 + r_2 + r_3 + \ldots + r_{n-1} + r_n,$$

(2) $$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_2}{r_3} = \ldots = \frac{r_{n-1}}{r_n} = x,$$

(3) $$\frac{J_0}{J_a} = x,$$

(4) $$r_n = w_a(x - 1) \quad [2],$$

(5) $$R = w_a(x^n - 1),$$

(6) $$n \log x = \log \frac{R + w_a}{w_a} = \log\left(\frac{R}{w_a} + 1\right).$$

---

[1] R. Edler, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, 2 octobre 1910, p. 840.

[2] Cette équation (4) s'obtient par le raisonnement suivant : au début il n'y a pas de force contre-électromotrice, le courant sera $J_0 = \frac{E_1}{R + w_a}$. Quand l'induit a pris une certaine vitesse, il y a production d'une force contre-électromotrice E_1 pour laquelle le courant prend sa valeur normale $J_a = \frac{E - E_1}{R + w_a}$. En supprimant la première résistance r_1, la force contre-électromotrice est toujours E_1, mais l'intensité remonte à J_0 et l'on a

$$J_0 = \frac{E - E_1}{R - r_1 + w_a},$$

d'où le rapport

$$\frac{J_0}{J_a} = \frac{R + w_a}{R - r_1 + w_a}.$$

En continuant ce raisonnement de proche en proche, on

Les résistances doivent être supprimées régulièrement suivant l'ordre $r_1, r_2, \ldots, r_n$ et lorsque cette dernière partie est supprimée, il reste seulement en circuit la résistance propre de l'induit w_a, la machine se trouvant alors à son régime normal.

Le calcul de la résistance totale R et des valeurs intermédiaires peut être exécuté aussitôt qu'on connaît la valeur tolérée du courant de démarrage J_0, c'est-à-dire, dès qu'on connaît le rapport

$$x = \frac{J_0}{J_a}.$$

Ce rapport dépend en première ligne des conditions de fonctionnement du moteur et de son échauffement admissible. Pour un moteur dont les démarrages sont fréquents et les périodes d'arrêt courtes, de sorte que sa température soit voisine de la température normale en régime continu, le rapport $x = \frac{J_0}{J_a}$ doit être pris, au plus égal à 1,3, en général 1,2; au contraire, pour un moteur démarrant très rarement et alors qu'il est froid, ce rapport peut être sans inconvénient pris égal à 2 ou 2,5. Quand les données utiles manquent, il est prudent de limiter ce rapport à 1,5 environ, principalement si les démarreurs sont établis en série pour le magasin, ils conviennent alors dans la grande majorité des cas de la pratique.

Quand la valeur J_0 est déterminée, il est facile d'obtenir la résistance R du rhéostat de démarrage à l'aide de la relation

$$E_l = J_0(w_a + R)$$

dans laquelle E_l est la tension à la ligne d'alimentation.

On en tire

$$R = \frac{E_l}{J_0} - w_a.$$

Le diagramme de la figure 1 montre la manière dont on peut déterminer les différentes résistances r_1, r_2, etc.; on porte dans ce but sur l'horizontale HH, à une échelle convenable : de C à B, la résistance de l'induit W_a et de C à D, la résistance choisie R ; on élève en D une normale DV et l'on porte sur celle-ci une longueur DE $= J_a$ (courant normal), et une autre longueur DF′ $= J_0 = xJ_a$; on trace ensuite les deux lignes GG′ parallèles à l'horizontale HH ; les droites issues de B tracées en pointillé sur la figure découpent sur G′ des segments représentant en nombre et en grandeur les différentes parties du rhéostat de démarrage.

Ces droites sont tracées de la manière suivante : Pour avoir r_n, on joint B au point d'intersection de G′ avec la perpendiculaire élevée en C à CD et on prolonge jusqu'en G′.

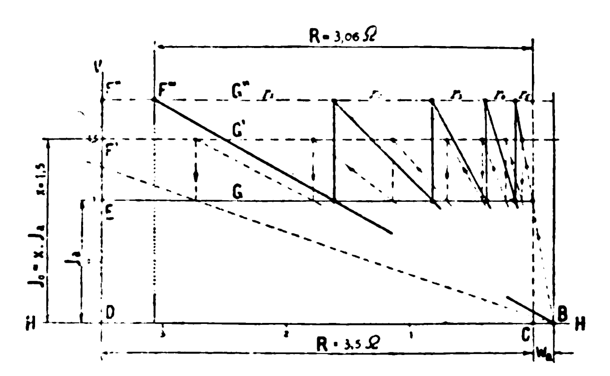


Fig. 1. — Construction graphique des différentes résistances d'un rhéostat de démarrage, d'après la méthode de Görges. Les traits en pointillé correspondent au cas où n n'est pas entier; les traits pleins, à celui où n est obtenu entier en modifiant la valeur de x.

De ce dernier point on abaisse sur G une perpendiculaire dont on joint le pied à B pour avoir r_{n-1} et ainsi de suite. La considération des triangles semblables montre que les valeurs obtenues pour $r_n, r_{n-1}, \ldots, r_1$ satisfont aux relations données au début. Cette méthode est due à Görges (*E. T. Z.* 1884, p. 644).

Il arrive en général que le nombre de plots de démarrage ainsi trouvé n'est pas un nombre entier, c'est-à-dire que le dernier rayon tiré de B ne tombe pas en F′, et il est nécessaire de modifier le rapport x à l'aide de la relation suivante :

$$(8) \qquad \log x = \frac{1}{n} \log\left(\frac{R}{w_a} + 1\right);$$

cette formule a l'inconvénient de faire emploi de logarithmes, l'auteur a cherché une méthode graphique permettant de se passer des tables.

Soit un moteur de 10 chevaux alimenté sous 220 volts; il s'agit de déterminer les différentes valeurs du rhéostat de démarrage; le courant normal $J_a = 37,5$ ampères, la résistance de l'induit est égale à $0\omega 1635 = w_a$, la résistance R doit être telle que le courant de démarrage soit limité à $2J_a = J_0$; il faut donc

$$(9) \qquad x = 2,$$

le nombre de plots n doit être un nombre entier, on a dans ce cas

$$(10) \qquad (n+1)\log x = \log \frac{E_l}{J_a w_a};$$

en appliquant cette relation au cas à traiter, on obtient à l'aide d'une transformation simple

$$(11) \qquad \log \frac{E_l}{J_a w_a} = \log 10 + \log 3,584 = 1 + \log 3,584.$$

---

arrive à la relation

$$\frac{J_0}{J_a} = \frac{R - r_1 - r_2 - \ldots - r_{n-1} + w_a}{R - r_1 - r_2 - \ldots - r_n + w_a} = \frac{r_n + w_a}{w_a}$$

qui correspond au cas où la dernière résistance r_n est encore en circuit. C'est la relation (4) :

$$x = \frac{r_n + w_a}{w_a} \qquad \text{ou} \qquad r_n = w_a(x - 1)$$

(*voir* RUDOLF KRAUSS, *Rhéostats de démarrage et de réglage pour moteurs et générateurs électriques*, p. 21. Ch. Béranger, éditeur, Paris.)

On trace sur du papier divisé en millimètres une ligne logarithmique (*fig.* 2), les valeurs

$$\log x = \log 2 = 0,30103$$

et

$$\log \frac{E_l}{J_a w_a} = 1 + \log 3,584$$

peuvent être déterminés facilement, car le point $\log x = \log 2$ est représenté par le point g, pendant que le point c correspond à $\log 3,584$, on a à ajouter ensuite

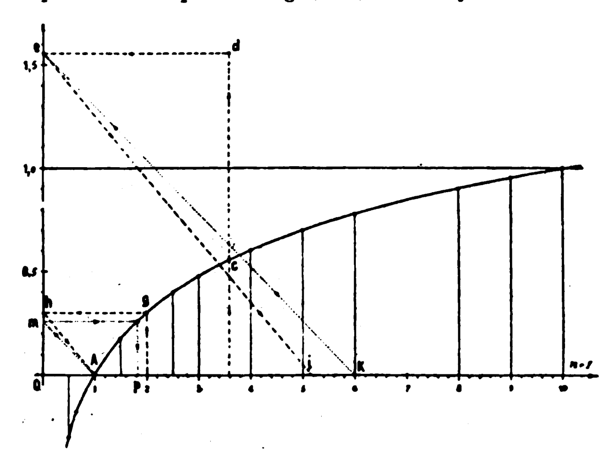


Fig. 2. — Courbe logarithmique.

la valeur $\log 10 = cd = 1$. Si l'on projette maintenant les points g et d sur l'axe des ordonnées, on a alors

$$Oh = \log x = \log 2$$

et

$$Oe = 1 + \log 35,84 = \log \frac{E_l}{J_a w_a}.$$

A l'échelle des abscisses OA = 1, par suite, il est possible de tracer la ligne hA et la ligne ei parallèle à la première, de sorte que les triangles semblables hOA et eOi donnent la proportion

$$\frac{OA}{Oi} = \frac{Oh}{Oe}$$

ou

$$\frac{1}{Oi} = \log x : \log \frac{E_l}{J_a w_a}, \qquad (12)$$

d'où

$$Oi = (n + 1)$$

et par suite, pour l'exemple choisi, le nombre d'intervalles à prendre est égal à

$$Oi = (n + 1) = 5,17.$$

Il est évident qu'en retournant la méthode, il est possible, étant donné le nombre n, de déterminer le rapport x; dans le cas traité ci-dessus, pour $n = 5$ on a $x = 1,82$ [1] et

$$R + w_a = \frac{E_l}{xJ_a} = \frac{220}{1,82 \times 37,5} = 3,225$$

[1] Traits pleins de la figure 1.

ou

$$R = 3,225 - 0,1635 = 3,0615.$$

Comme contrôle nous pouvons appliquer la méthode directe qui donne

$$6 \log x = 1 + \log 3,584 = 1 + 0,554,$$

d'où

$$x = 1,816,$$

valeur très voisine de celle obtenue par la méthode graphique; l'avantage de cette dernière méthode est de donner rapidement la valeur de x pour un nombre quelconque d'intervalles du rhéostat de démarrage.

E. B.

La régulation des moteurs polyphasés employés dans l'industrie de l'acier [1].

L'utilisation des chaleurs perdues dans les différents fours d'une aciérie permet une production économique du courant électrique.

En ce qui concerne le système de courant, l'importance de la puissance mise en jeu, aussi bien que les distances à franchir, ont conduit à donner la préférence aux courants polyphasés à tension moyenne. Le seul inconvénient que présentait ce système était l'impossibilité de régler économiquement la vitesse des moteurs; depuis quelques années, des dispositifs ont été imaginés qui permettent cette régulation dans une certaine mesure.

Régulation système Scherbius. — Les bagues du rotor sont connectées à un moteur polyphasé à collecteur comme le montre la figure 1; ce dernier moteur a pour objet de

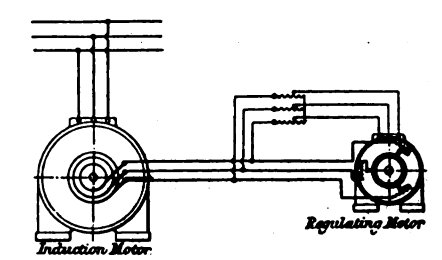


Fig. 1. — Principe du système de régulation Scherbius.

transformer en énergie mécanique la puissance qui était perdue auparavant dans le rhéostat de réglage; le moteur est généralement pourvu d'une excitation shunt et bobiné de telle manière que son inductance soit pratiquement nulle; il peut être considéré comme un moteur à courant continu.

La régulation du moteur d'induction principal est obtenue de la manière la plus simple par la modification de l'excitation du moteur à collecteur. On sait que le glissement d'un moteur d'induction est proportionnel à la tension du rotor. Si la tension au rotor est imposée par un moyen extérieur, la vitesse est déterminée

[1] J.-E. SCHUMANN, *Electric Power in the Iron and Steel Industrie*, Communication faite à l'Iron and Steel Institute, à Euxton, le 29 septembre 1910 (*Engineering*, 7 octobre 1910, p. 515).

par le réglage de cette tension; par exemple, si la tension au rotor augmente, la vitesse diminue; pour une forte excitation du moteur à collecteur, la vitesse du moteur principal est faible; au contraire, pour une faible excitation, le moteur marche à une vitesse voisine du synchronisme. Pour une excitation donnée, le moteur principal marche à une vitesse constante, quelle que soit la charge. Si une chute de vitesse du moteur d'induction est nécessaire, par exemple pour l'utilisation de la force vive d'un volant, le moteur de régulation est pourvu d'une excitation compound, qui permet, comme dans le cas d'un moteur à courant continu, une variation de vitesse réglable dans une certaine mesure.

L'énergie mécanique libérée par le moteur à collecteur peut être utilisée de deux manières différentes; en premier lieu, il est possible d'accoupler mécaniquement le moteur de régulation au moteur d'induction principal de telle manière que le couple moteur soit augmenté de la quantité correspondant au glissement; la figure 2 montre schématiquement ce dispositif.

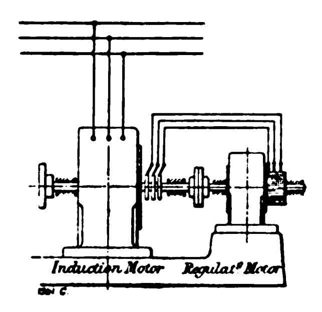


Fig. 2. — Moteur principal et moteur de régulation accouplés sur le même arbre.

Le moteur à collecteur peut encore être accouplé avec un moteur d'induction fonctionnant alors en génératrice asynchrone et débitant sur la ligne l'énergie libérée par le glissement; ce deuxième moyen est représenté schématiquement par la figure 3.

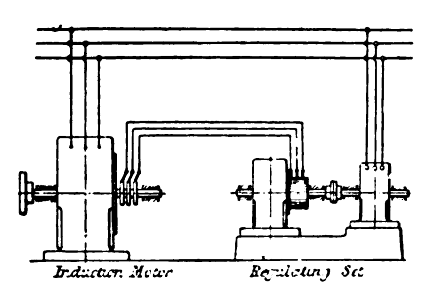


Fig. 3. — Moteur de régulation actionnant une génératrice asynchrone.

Le grand avantage du système Scherbius consiste en ce fait que, par son application, il est possible de réaliser une vitesse plus grande que celle correspondant au synchronisme; il suffit pour cela d'inverser le sens de l'excitation du moteur à collecteur; ce dernier fonctionne alors comme générateur fournissant de la puissance au rotor du moteur principal.

Cette propriété du système est précieuse dans certaines applications telles que la commande de soufflantes rotatives de turbo-compresseurs pour lesquelles les deux vitesses imposées par les courants à fréquence 50, c'est-à-dire 3000 tours et 1500 tours par minute peuvent être trop éloignées l'une de l'autre; l'application du système Scherbius permet de tourner à toute vitesse intermédiaire.

On peut remarquer, en outre, que le facteur de puissance peut être maintenu égal à l'unité, quelle que soit la charge : il suffit d'établir le moteur à collecteur dans ce but, de manière qu'il puisse fournir le courant magnétisant du moteur principal; si cela était nécessaire, ce moteur pourrait fournir un courant magnétisant plus grand que celui du moteur principal et compenser ainsi une partie du décalage de phase causé par les moteurs d'induction fonctionnant sur le réseau.

Régulation système Krämer. — Un second système de régulation dû à M. Krämer est représenté figure 4; les

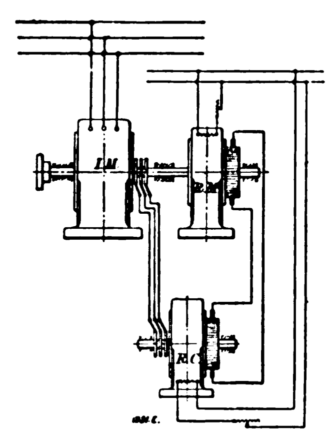


Fig. 4. — Principe du système de régulation Krämer.

bagues du moteur principal sont reliées à une commutatrice qui transforme l'énergie de glissement en courant continu; ce courant est utilisé par un moteur shunt couplé mécaniquement avec le moteur d'induction principal. La vitesse est variable par l'excitation du moteur auxiliaire à courant continu; si cette excitation est maxima, la tension aux bornes courant continu de la commutatrice doit être maxima, ainsi que le glissement du moteur principal, puisque la tension alternative et la tension continue sont dans un rapport constant; la vitesse du moteur d'induction est donc minima, les dimensions de la commutatrice sont indépendantes du réglage à obtenir et, pour cette raison, ce système est applicable quand le réglage de la vitesse doit être fait entre de grandes limites.

Le facteur de puissance peut être amené à l'unité par le réglage de l'excitation du convertisseur; il est indispensable de noter que, par suite de la vitesse variable de la commutatrice, une source indépendante de courant continu est nécessaire pour l'excitation des deux machines, ce qui amène une certaine complication de l'installation.

Moteur Déri. — Le moteur monophasé Déri peut être

aussi employé pour obtenir une variation économique de la vitesse; il est employé plus spécialement pour les cas où la puissance est assez faible; son fonctionnement est extrêmement simple. Ce moteur appartient au genre « moteur à répulsion » et son principe est représenté par la figure 5; pour chaque paire de pôles, le moteur a quatre lignes de balais, deux fixes et deux mobiles;

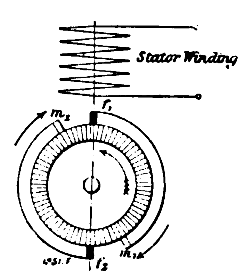


Fig. 5. — Principe du moteur Déri.

chaque jeu de balais fixes est relié à un jeu de balais mobiles; le moteur tourne dans le sens opposé à celui qu'on donne au déplacement des balais; le sens de rotation peut être renversé sans interrrompre le circuit d'alimentation.

Le moteur peut démarrer avec un couple égal à deux fois ou deux fois et demie le couple normal; il possède une grande capacité de surcharge et, dans le cas où cela est nécessaire, il peut être établi pour un couple de démarrage encore plus grand. La tension du rotor peut être choisie à volonté; elle est indépendante de celle du stator, de sorte que le fonctionnement du collecteur est très satisfaisant dans tous les cas, depuis le démarrage jusqu'à une vitesse supérieure de 10 pour 100 à celle du synchronisme.

Pour utiliser les différentes phases d'un système de distribution polyphasé, on peut accoupler deux ou trois moteurs sur le même arbre, alimentés par les différentes phases.

L'auteur cite un certain nombre d'applications de ces systèmes de régulation de vitesse à des laminoirs, des turbo-soufflantes, etc., en particulier la commande d'une machine soufflante de haut fourneau commandée par un moteur triphasé de 850 chevaux tournant à 2360 tours par minute, bien qu'il soit alimenté à fréquence cinquante. E. B.

Moteurs pour meules et brosses à polir et à brunir [1].

La commande par courroie des meules et brosses servant au polissage et au brunissage entraîne des pertes de 40 à 60 pour 100. D'un autre côté la vitesse angulaire considérable de ces appareils s'accomode fort bien de la commande directe par moteur électrique. Il était donc naturel de faire des moteurs spéciaux pour ce genre d'applications. Ce sont les conditions que doivent remplir ces moteurs que l'auteur examine dans son article en prenant comme modèles les moteurs que construit la maison Max Schorch et Cie de Rheydt.

La première condition est de clore hermétiquement le moteur de manière que les poussières métalliques produites par l'opération du polissage ou du brunissage n'y puissent pénétrer. Pour cela les ouvertures de graissage sont fermées par des couvercles particulièrement bien ajustés et les paliers sont de construction particulière. Dans le cas des paliers à billes, ceux-ci forment un couvercle d'assez grandes dimensions, formant autour de l'arbre un manchon dans lequel sont creusées des rainures annulaires, rainures qui sont remplies d'une masse plastique qui frotte sur l'arbre et assure l'étanchéité. Dans le cas des paliers à graissage par bagues, un manchon de cuir produit le même résultat.

Les moteurs à courant continu sont généralement des moteurs shunt; le réglage de leur vitesse se fait sans pertes en insérant des résistances dans l'enroulement en dérivation, c'est-à-dire en affaiblissant le champ. Les moteurs à courant alternatif monophasé ou triphasé sont construits avec induit en court-circuit, et par suite le réglage de la vitesse ne peut être réalisé économiquement avec ces moteurs. Avec des courants à la fréquence usuelle de 50 p : s, la vitesse est de 3000 ou 1500 t : m à vide, soit 2900 ou 1450 t : m en charge.

Au point de vue électrique, ces moteurs doivent être calculés de manière à ce qu'ils puissent sans inconvénient passer de la marche à vide à la marche en pleine charge ou même en surcharge notable.

Au point de vue mécanique, certaines précautions sont à prendre. Généralement l'arbre est prolongé de chaque côté du moteur de telle sorte qu'on puisse y fixer deux meules ou brosses servant sucessivement à un même ouvrier ou simultanément à deux ouvriers. Les extrémités de cet arbre doivent permettre d'y fixer les meules rapidement et solidement. Si la puissance nécessaire est faible, le mieux est de faire les bouts d'arbre coniques et de les munir d'un pas de vis sur lequel on vissera les meules. Si la puissance requise est plus grande, l'arbre est fileté sur une certaine longueur et la meule est maintenue par des plateaux serrés par des écrous.

Souvent les bouts d'arbre doivent, en raison de la nature du travail, être très longs. Il en résulte un porte à faux que l'on ne peut éviter qu'en mettant des paliers supplémentaires. Ces paliers sont généralement à billes. Si la nature du travail donne lieu à des pressions longitudinales sur l'axe, il faut, en outre, prévoir des paliers de butée; toutefois ces paliers de butée peuvent être supprimés lorsque les paliers ordinaires sont à billes et que la pression longitudinale n'est pas trop grande.

Ces moteurs sont souvent montés sur une colonne verticale qui renferme la rhéostat de démarrage

(1) H. Konig, *Hélios*, 22 janvier 1911, p. 156-161.

TRACTION ET LOCOMOTION.

COURANTS DE RETOUR.

Électrolyse due aux courants de retour dans la traction électrique. Nouvelles conceptions.

Le changement de régime des transports parisiens, en donnant un nouvel essor à la traction électrique, doit ramener l'attention sur les méfaits de l'électrolyse.

Car il faut bien reconnaître les procédés discourtois par lesquels les lignes de tramways ont inauguré leurs relations de voisinage avec les canalisations de gaz ou d'eau qui, quoique douées d'un moindre prestige, n'en étaient pas moins leurs aînées.

Bien que ce droit d'aînesse soit fort maltraité sur le nouveau continent, il n'en faut pas moins signaler que dans nos contrées une tutelle très effective a été prise par tous pouvoirs au bénéfice des canalisations excipant du droit de premier occupant.

Or, dans ces règlements, établis la plupart alors que la question était mal connue, il y a comme en tout règlement du bon et du mauvais; du bon, car en général les moyens de protections préconisés ont été efficaces; du mauvais, car parfois basés sur des conceptions fausses, ils rendent possible une erreur de diagnostic et une erreur, plus grave, de traitement : tout cela avec l'estampille officielle.

Mécanisme de l'électrolyse. — La décomposition électrolytique du sol a lieu lorsque deux conducteurs en contact avec lui présentent une différence de potentiel et jouent le rôle l'un d'anode, l'autre de cathode. Et point n'est besoin d'un important courant pour percer le plus fort tuyau; la mise en liberté du chlore terrestre, sa combinaison avec le plomb du tuyau, si celui-ci est anode, et sa décomposition à nouveau, est un exercice qui se renouvelle indéfiniment avec mise en liberté, à chaque stade, d'une parcelle de plomb.

Or, les exploitants de traction électrique, en utilisant la voie comme conducteur de retour, ont créé une installation électrolytique complète. La différence de potentiel maintenue entre différents points du parcours par suite des chutes de tension, l'écoulement d'une partie du courant de retour par le sol et par les tuyauteries, la nature saline du sol, tout concourt à réaliser cette électrolyse journalière.

Du rapprochement intime des rails avec le sol, résulte une très grande surface de contact, mais pourquoi ce courant de retour quitte-t-il la voie naturelle que les ingénieurs lui avaient assignée?

Est-ce mépris de la règle, ou avons-nous demandé aux éléments plus qu'ils n'étaient capables de nous accorder?

Premières conceptions des accidents. — Dès les premières constatations de dégâts, mettant indéniablement en cause les lignes électriques voisines, il fut admis qu'un mode électrochimique présidait à l'écoulement du courant par le sol, celui-ci se comportant comme un électrolyte. Dès que, disait-on, entre deux points de la voie, la différence de potentiel dépasse la force contre-électromotrice de polarisation, un courant s'établit; si un tuyau est placé dans cette zone, il dérivera ce courant et aux points de sortie se comportera comme électrode positive. Nul doute en effet que la présence d'un tuyau conducteur attirerait le courant perdu dans un sol supposé très résistant.

Partant de cette considération, on avait posé comme principes protecteurs, qu'il y avait lieu de relier les tuyauteries à la voie aux points dangereux, qu'il était nécessaire de limiter la différence de potentiel entre deux points quelconques de la voie à une telle valeur qu'elle soit équilibrée par les forces contre-électromotrices de polarisation rencontrées, celles-ci étant au nombre de deux :

1° Pour franchir l'espace rail-tuyau (entrée);

2° Pour franchir l'espace tuyau-rail (sortie).

Cette somme est estimée à 5 volts.

L'examen des réseaux pouvait donc se borner à relever la différence de potentiel entre les extrémités de la voie et encore entre les rails et canalisations voisines, puis à noter comme dangereuses celles dépassant le minimum déterminé ci-dessus.

Expériences de G. Claude. — Cependant ces idées furent sapées quelques années après par les expériences de M. Georges Claude qui, s'approchant plus près de la vérité, diminuèrent l'importance attribuée au mode électrochimique.

Ces expériences démontrèrent en effet que, si l'on maintenait entre rail et tuyau une différence de potentiel, même inférieure à la force contre-électromotrice de polarisation, il s'établissait immédiatement un courant suivant la loi d'Ohm.

D'autre part, en mesurant les courants circulant dans les conduites elles-mêmes, il trouva des chiffres de beaucoup inférieurs à ceux qui résulteraient des différences de potentiel trouvées. Fallait-il en conclure que les différences de potentiel mesurées étaient réellement celles entre rail et tuyau, ou bien le tuyau n'accusait-il pas le potentiel du sol dans lequel il était couché?

N'avançant qu'à demi dans le chemin que lui ouvraient de si rationnels essais, M. Georges Claude disait que le sol se comportait comme s'il avait été un conducteur métallique.

C'est en effet là que résida longtemps l'erreur des techniciens de considérer les canalisations souterraines comme des conducteurs couchés dans un milieu à peu près isolant.

Cependant les conclusions des essais de M. Georges Claude étaient fort suggestives puisqu'elles démontraient que, au-dessous des forces contre-électromotrices de polarisation, existaient des forces électromotrices capables de faire circuler des courants dans le sol terrestre.

Ils mettaient en évidence que, alors que les courants de retour échappant aux rails sont très intenses (¹), ceux passant exactement dans les tuyaux l'étaient infiniment moins (quelques dixièmes d'ampère par mètre carré pour les cas envisagés).

EXPÉRIENCES DE MM. CUNLIFFE. — Récemment un travail très intéressant de MM. Cunliffe, développé devant l'Institution of Electrical Engineers de Manchester, jette un jour nouveau sur la question.

Deux électrodes de cuivre furent placées dans différents sols à des distances croissantes, sous la tension de 7 volts, imposée par le règlement du Board of Trade.

La résistance s'accrut d'abord rapidement avec la distance, puis tombait aussi promptement pour atteindre un palier prolongé (*fig.* 1).

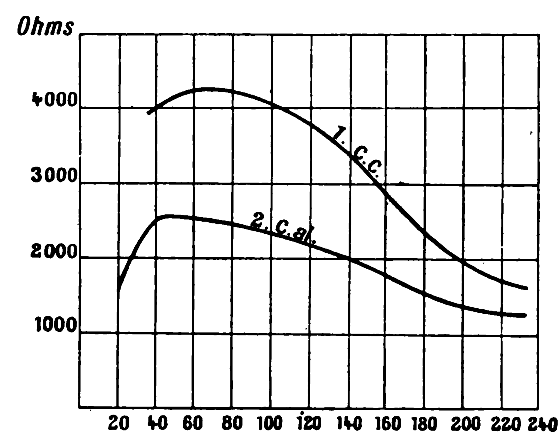


Fig. 1. — Variation de la résistance du sol en fonction de la distance en pieds anglais.

Ces deux phases s'expliquent ainsi : tout d'abord la longueur augmentant, la résistance ohmique croît parallèlement. Puis, en même temps que la longueur augmente, le courant se diffuse plus largement, embrassant une section de plus en plus forte; l'accroissement de longueur devient négligeable devant l'augmentation de section, la résistance diminue.

Dans une autre série d'essais, les expérimentateurs reconnurent l'influence de la surface; la résistance fut trouvée naturellement fonction inverse de la surface des électrodes, mais en arrivant également à une valeur finie au delà de laquelle la résistance demeure constante (6 sq. ft. en l'occurrence).

Une autre série de résultats montre l'allure du potentiel entre les plaques d'égales sections, la distance étant : de 2 ft. (courbe 1), de 3 ft. (courbe 2), de 10 ft. (courbe 3) (*fig.* 2).

On voit que la chute de potentiel a lieu principalement auprès des électrodes et que lorsque l'accroissement de distance se manifeste, la partie centrale de la courbe *palier* s'étend, ce qui correspond à l'augmentation de section.

Pratiquement ces essais accusent deux zones de 3 ft, voisines des électrodes au dedans desquelles tombe la

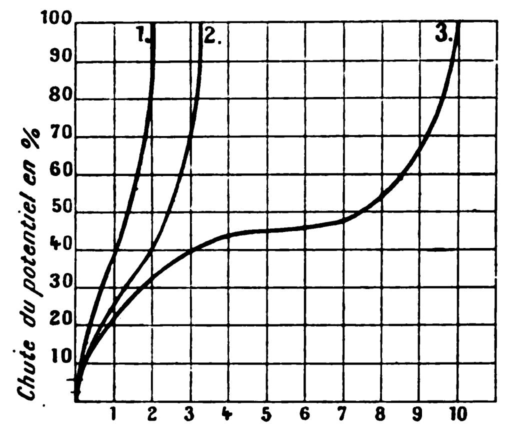


Fig. 2. — Chute du potentiel en fonction de la distance en pieds anglais.

presque totalité du potentiel. On peut donc dire que cette distance limiterait la zone dangereuse pour les tuyauteries placées dans le sol, étant entendu que les différences de potentiel en jeu n'excèdent pas les 7 volts du Board of Trade sur lesquels sont basés les essais.

La valeur de 3 ft. accordée à ces zones dangereuses a d'ailleurs été confirmée par l'expérience de quelques spécialistes anglais.

Les relevés effectués sur les tramways de Manchester ont également accusé que les courbes d'équipotentiel dans le sol n'étaient pas affectées par la présence de tuyaux, à moins que ceux-ci ne soient connectés aux rails (*fig.* 3).

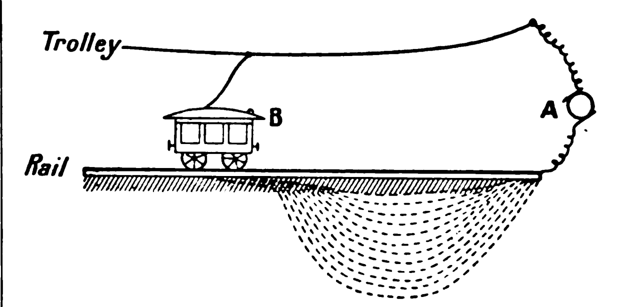


Fig. 3. — Distribution du courant dans le sol.

On doit donc renverser franchement les anciennes conceptions et dire que, sur un réseau de tramways à retour par rail, le courant de retour emprunte : *a*, deux voies principales : le rail et le sol; *b*, une voie supplémentaire éventuelle : les canalisations souterraines de tuyauteries métalliques.

Si nous considérons cet ensemble où l'on a en outre : A, station génératrice; B, voiture, nous trouverons qu'une certaine partie du courant revient par la voie, une autre passe directement dans le sol qui est conducteur,

(¹) 12 à 15 pour 100 du trafic total de réseaux aux rails très bien jointés; 25 à 30 pour 100 du trafic total de réseaux aux rails jointés ordinairement; 30 pour 100, réseau de Cape Town (M. Hancock); 25 pour 100, 4 voies et 60 pour 100, simple voie, New-York, New-Hartford Railway (A.-W. Copley, 1908; Am. Inst. of El. Ing.).



comme nous l'avons vu et pour lequel des surfaces de contact sont réalisées par les patins des rails.

Le mécanisme de ce passage est simple : le rail et le sol sont deux conducteurs en parallèle; le courant de retour total se répartira dans chacun d'eux suivant les lois d'Ohm avec les données générales suivantes :

1° Résistance linéaire du rail, plus résistance des joints des rails;

2° Résistance des contacts au sol (entrée et sortie du courant de terre, plus résistance du sol pris comme conducteur (essais Cunliffe);

3° Entre les extrémités de ce réseau une différence de potentiel représentée par la chute de tension dans le système.

Les filets de courant terrestre seront très rapprochés vers les extrémités et, au contraire, à peu de distance de ces extrémités, s'étaleront sur un espace beaucoup plus large; la chute de potentiel totale dans cette branche sera donc répartie en deux zones, les extrémités A et B (d'environ 3 ft. d'après les essais de MM. Cunliffe), entre lesquelles une large zone à potentiel sensiblement uniforme (*fig.* 4).

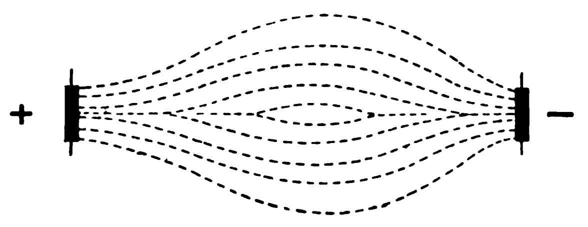


Fig. 4. — Distribution du courant dans le sol.

Il ne faut pas cependant perdre de vue que la répartition de ces zones est variable avec le trajet, pour l'une d'elles tout au moins.

En effet, du déplacement de la voiture résulte le déplacement parallèle de la zone B progressivement tout au long de l'itinéraire, tandis que la zone A est constante.

S'il n'y a qu'une voiture en route, on peut dire que le sol sous la voie sera mis successivement en jeu par petites sections adjacentes.

La situation est tout autre pour les lignes urbaines ou de banlieue à départs fréquents; en ce cas, on peut envisager qu'il existe une zone très dense à l'extrémité vers la station et, sur tout le parcours, une série de zones contiguës à valeur plus faible et se déplaçant pour constituer une sorte de nappe permanente.

NOUVELLE DESCRIPTION DES ACCIDENTS. — La situation d'un tuyau placé dans le voisinage de ces zones est également celle d'un conducteur placé en parallèle avec d'autres conducteurs de résistance plus ou moins faible.

La conductibilité du sol est, nous l'avons vu, de beaucoup supérieure à celle d'une tuyauterie dont le métal tout d'abord, les joints ensuite, présentent une résistance élevée; cependant les parties constituant les extrémités de la veine conductrice présentent une résistance notable.

La tuyauterie peut être placée dans la partie neutre, c'est-à-dire intermédiaire entre les extrêmes, où le sol sur une assez grande longueur est à un potentiel uniforme. En ce cas, elle peut se représenter par un conducteur à grosse résistance soumis à ses extrémités à une différence de potentiel très faible, toutes conditions défavorables à l'établissement d'un courant inquiétant.

Mais la tuyauterie peut se trouver dans une des zones extrêmes; alors la différence de potentiel aux bornes du conducteur ainsi considéré peut atteindre quelques volts; la résistance du conducteur sol est plus élevée que dans le cas précédent, vu sa moindre section; les tuyaux présents sont parcourus par un courant de valeur dangereuse.

Ce cas sera réalisé d'une manière permanente pour les canalisations voisines des sous-stations. Pour les parties voisines de la voie, la situation ne se présentera qu'au moment du passage des trains. En cas de trafic intense, le dommage devient permanent.

CHANGEMENTS AUX MÉTHODES D'EXAMEN ET DE PROTECTION. — Étant donnés les nouveaux aspects que présente la question, on va voir que les méthodes d'examen et de protection primitivement en usage sont susceptibles de donner des indications fausses.

En effet, l'examen ne doit pas mettre en évidence entre rails et tuyaux voisins une différence de potentiel supérieure à *n* volts (variable suivant les règlements). On peut cependant trouver cette différence sans qu'il existe de courant dangereux, de même qu'on peut ne pas la trouver, alors même qu'il existe des courants dangereux.

Supposons par exemple que notre examen ait à porter sur une canalisation placée dans la zone neutre, c'est-à-dire celle où le potentiel du sol est sur une assez grande distance sensiblement uniforme.

Il peut se faire que la chute de tension dans le rail étant à peu près régulière et proportionnelle à sa longueur, tandis que dans le sol elle est limitée à un espace restreint, le potentiel du sol, par rapport au rail soit en certains endroits sensiblement différent. Or, une canalisation métallique enterrée à cet endroit se trouvera portée au potentiel du sol, bien qu'elle ne soit parcourue par aucun courant, comme nous en avons fait la démonstration ci-dessus. Donc la lecture de potentiel relevée entre rail et tuyau pourra nous indiquer une valeur qu'on estimerait dangereuse avec les idées précédemment admises, bien qu'il n'en soit rien en réalité.

Au contraire, examinons cette tuyauterie placée dans une des zones actives, celle où s'effectue la chute de potentiel dans le conducteur sol. Le conducteur sol est, vu sa faible section, notablement résistant; la tuyauterie présente une meilleure conductibilité, un courant intense la parcourt, cause de dégâts certains. Mais les courants de retour dans le rail et dans le tuyau s'établissent proportionnellement à leurs résistances ohmiques; la chute de tension dans chacun de ces bras doit être identique, à longueur égale, et entre points voisins de chacun des deux réseaux la différence de potentiel lue est nulle ou négligeable.

La détermination de la différence de potentiel entre rails et tuyaux peut prêter à critique, comme nous venons de le voir.

Mais ce qui est intéressant d'ailleurs à déterminer est plutôt la valeur du courant qui circule dans la conduite. Nous rappelons à ce sujet le mode expérimental de M. G. CLAUDE (juin 1900, Société int. Elect.), qui permet



d'obtenir cette valeur par une lecture au voltmètre et à l'ampèremètre (*fig.* 5).

Étant donné le tuyau AB parcouru par un courant I (*fig.* 5), nous lisons d'abord au voltmètre, entre ses

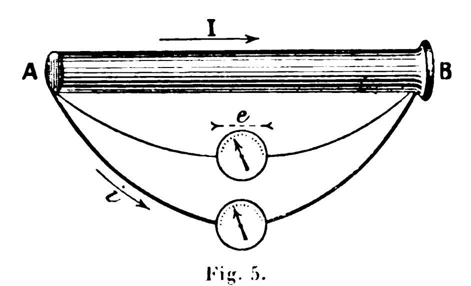


Fig. 5.

extrémités, une tension e_1, puis connectant aux mêmes points un ampèremètre par un câble à faible résistance, nous lisons, à l'ampèremètre i, au voltmètre $e_2 < e_1$, l'intensité dans le tuyau étant devenue $I - i$.

La comparaison des lectures

$$e_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad I$$
$$e_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad I - i$$

donne le troisième rapport

$$e_1 - e_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad i$$

d'où

$$I = i\left(\frac{e_1}{e_1 - e_2}\right).$$

Sur une longueur de 80 m à 100 m, avec un câble de 20 mm², des conduites de 10 cm à 30 cm de diamètre, les valeurs suivantes avaient été trouvées :

e_1....	5	10	15	millivolts
e_2....	4	7	2	—
i.....	0,03	0,02	0,01	ampère
I.....	0,15	0,06	0,01	—

De même que les méthodes de surveillance, celles de protection pour les mêmes raisons peuvent être inefficaces et même dangereuses.

Parmi celles proposées, tout d'abord se placent la répartition de sous-stations d'alimentation au long de la voie. En diminuant ainsi la longueur d'une portion de voie alimentée, ainsi que l'intensité du courant qui la parcourt, on amène immédiatement un large déchet sur les chutes de tension en rails.

Pour améliorer le retour, étant entendu que le rail avec ses joints présentait une résistance notable, on a préconisé d'assurer des joints électriques parfaits, ce qui est obtenu aujourd'hui et de créer des câbles de retour connectés de place en place sur la voie.

Ces feeders de retour premièrement établis en câbles nus présentent ainsi un nouveau défaut : ils augmentent la surface de contact avec le sol et accroissent l'importance des fuites; constitués en câbles isolés au contraire, ils agissent seulement en augmentant la section de retour et permettent une réelle atténuation des défauts. En effet, si ces câbles sont isolés, il peut y être admis telle chute de tension désirable et, entre les extrémités du sectionnement de voie ainsi connecté, on arrive facilement à une assez faible différence de potentiel pour éliminer la plupart des défauts.

Si les précédentes mesures, sous réserve de l'emploi de feeders isolés, ont été satisfaisantes, il n'en est pas de même d'autres consistant à relier les tuyauteries à la voie aux points supposés défectueux. Ce faisant, on déclare porter la canalisation au potentiel du rail et supprimer ainsi la cause d'accident. Si cela est vrai au seul endroit considéré, on place par contre le reste de l'ouvrage dans une situation très fâcheuse. En effet, les tuyauteries ainsi connectées franchement jouent le rôle de plaques de terre qui permettent une dérivation au sol beaucoup plus importante que celle due au seul contact des rails, cet accroissement étant préjudiciable aux autres parties du réseau souterrain.

En outre, il ne faut pas perdre de vue qu'en forçant ainsi un courant d'une notable valeur à circuler dans le tuyau connecté, on met celui-ci en danger sous une autre forme; ses joints (isolants électriques) obligent le courant à sortir du tuyau métal, à passer par le sol, pour rentrer à nouveau dans le tuyau suivant; cette entrée est cathode, tandis que la sortie précédente est anode et donc soumise à une détérioration persistante.

En dehors des mesures précédentes dont l'observation a été très efficace : sectionnement de la voie, sous-stations, feeder de retour isolés, joints entre rails, quelques autres peuvent améliorer l'exploitation.

On déduit des expériences et observations précédentes que les tuyauteries voisines des stations (ce serait vrai également autour des points d'arrivée des feeders de retour) sont plongées dans une nappe intense des courants de retour par le sol, et qu'à ces endroits elles apparaissent meilleures conductrices que le sol lui-même.

Leurs connexions avec les barres du tableau est donc désirable, car on permettra ainsi un écoulement direct du courant qu'elles ont drainé, lequel autrement les quittera en un point quelconque où l'électrolyse apparaîtra bientôt. Mais cette connexion devra s'effectuer sur chaque tronçon de tuyau pour éviter les défauts dus aux joints et signalés plus haut.

D'autre part, si le feeder de retour, au lieu d'aboutir en un point, est relié à plusieurs points de la voie, celle-ci dérivera plus facilement les courants de terre, la zone active sera plus étendue, le courant y prendra les valeurs plus basses et les tuyauteries y seront moins exposées.

Une solution absolue serait obtenue par l'isolement parfait des voies, et il est probable que les nouvelles études d'établissement de voie y amèneront heureusement.

Ce dernier genre de protection s'impose déjà aux passages sur un ouvrage d'art métallique, ceux-ci tendant à créer d'admirables prises de terre. Il est même indispensable de placer, aux deux extrémités de ces ouvrages, un feeder de retour isolé.

Mais d'autre part, pour les lignes à double voie, l'adoption d'un système 3 fils, 2 fois 600 volts, dans lequel le compensateur serait constitué par les quatre rails fréquemment interconnectés, permettrait également la suppression de tout accident.

Discussion des règlements en vigueur. — Les premiers règlements édictés le furent en 1894, sur l'inspiration du major Cardew, par le Board of Trade. On y

trouve tout d'abord la préoccupation de limiter la tension susceptible de s'appliquer aux bornes de l'électrolyte sol, à un maximum de 7 volts, entre deux points quelconques du retour. Nous avons vu que, sous cette tension, les zones actives sont assez réduites pour qu'une minorité de canalisation seule soit susceptible d'être atteinte, et que cette limitation est réellement effective.

Le règlement prévoyait encore la disposition de plaques de terre connectées au négatif de la station avec insertion d'un ampèremètre enregistreur, le courant passant par ce chemin ne devant pas dépasser :

Service normal : 1,25 ampère par kilomètre de voie simple, ni 5 pour 100 du débit de la station;

Trafic suspendu : 0,006 ampère par kilomètre de voie (simple, double ou plus); au delà de 0,3 ampère, localisation et réparation dans les 24 heures.

Cette partie du règlement, considérée comme surannée, doit cependant présenter à notre avis un réel intérêt. Tout d'abord la lecture de l'ampèremètre est un criterium de bon établissement du réseau qui permet un contrôle assuré. En outre, la forme de la nappe de courant terrestre s'effilant en fuseau allongé pour rejoindre la voie près de la station, il est évident qu'en créant plusieurs prises de terre de surface plus étendue que le rail et répandue sur une zone plus grande, la forme du faisceau de retour doit varier et s'épanouir entre les diverses prises de terre, la résistance du conducteur terre baissant en cette partie par rapport à celle des tuyauteries présentes.

Le règlement anglais prévoit encore l'observation des différences de potentiel entre rails et conduites. De même il permet les connexions des tuyauteries en danger avec les rails voisins.

Nous avons dit ce qu'il fallait penser de ces méthodes.

A Moscou, on a muni des prises de terre de rhéostats abaissant l'intensité à une valeur admissible. La chute de tension a été limitée à 1,5 volt dans les villes et 3 volts en dehors des villes.

Ces mêmes limites se retrouvent à Saint-Pétersbourg où elles étaient autrefois fixées à 2,5 et 5 volts.

Les prescriptions françaises plus récentes (1903) et plus serrées abaissent la perte de charge à 1 volt par kilomètre de voie; cette mesure est très efficace dans la plupart des cas, mais il ne faut pas perdre de vue que l'attaque des tuyauteries fer ou plomb peut être obtenue avec des tensions beaucoup plus basses.

Les règlements allemands (1897) ne comportent pas de prescriptions générales afin de pouvoir s'adapter avec plus de souplesse à chaque cas particulier, les différences de potentiel par rapport au sol étant surveillées par l'Administration.

En Belgique, il est défini seulement que le système de retour doit avoir une telle conductibilité qu'elle exclut tout danger d'action électrolytique.

En tous pays, d'ailleurs, le premier soin est d'imposer une bonne conductibilité de la voie en assurant les joints entre rails (éclissage électrique) [1] et aiguilles; en Allemagne on arrive même à des liaisons transversales, entre rails, tous les 30 m et, entre voies parallèles, tous les 100 m.

En Amérique, en 1891, sur les indications de FARNHAM, on a réalisé en certains réseaux la connexion à un feeder de retour des masses métalliques et tuyauteries sur la confiance qu'on avait en leur conductibilité; les résultats ont été loin de satisfaire aux espérances. Auprès des joints de tuyauteries notamment, de nombreux points de corrosion apparurent. Cela s'explique par les considérations que nous avons développées plus haut.

L'absence de réglementation officielle a permis de rencontrer des chutes de tension sur les rails montant parfois jusqu'à 25 volts, ce qui crée alors une zone de troubles d'un rayon de 50 m.

On a mis en avant l'idée de connecter les rails de retour au positif de la station et non au négatif; le bénéfice de cette substitution serait moindre qu'on ne l'espère, car ce n'est pas tant la polarité du rail par rapport au sol que la différence de potentiel aux extrémités du réseau de retour qui intervient. En pareil cas, les tuyaux seraient attaqués côté réseau au lieu de l'être côté station, mais seraient attaqués quand même.

CONCLUSION. — En résumé, si les pratiques américaines ont laissé passer de nombreux cas d'accidents, celles en application sur notre continent ont au contraire réduit largement les cas d'électrolyse.

L'expérience journalière montre cependant que l'œuvre n'est pas complète.

Dans la surveillance des voies, il y a lieu de ne donner qu'une confiance relative aux procédés actuels : relevés des différences de potentiel entre rails et tuyaux; par contre, un ampèremètre sur les retours serait plus rationnel. De même c'est l'examen ampèremétrique du courant circulant dans une conduite qui devrait retenir l'attention.

Parmi les modes de protection, l'éclissage électrique des rails, les joints des aiguilles, les feeders de retour isolés qui conduisent à l'abaissement de la chute de tension sur la voie, sont à maintenir puisqu'on leur est redevable d'excellents résultats.

Les prises de terre pour assurer la rentrée au feeder de retour, la connexion électrique de chaque tronçon de tuyauterie voisin de la sous-station ou du feeder doivent améliorer la situation.

La marche à 3 fils, en prenant la voie comme neutre, permet encore une meilleure solution, en attendant la plus radicale et la seule absolue : l'isolement complet du réseau de retour.

DEVAUX.

[1] La résistance au joint de doit pas dépasser celle de 10m du rail (France).



VARIÉTÉS.

CONSTRUCTION MÉCANIQUE.

L'unification des filetages.

Aujourd'hui que l'unification est à l'ordre du jour des travaux de la plupart des sociétés techniques, il n'est guère besoin de faire ressortir l'importance mondiale que présente l'unification internationale des filetages pour la construction mécanique en général et la construction électrique en particulier. Il est plutôt utile de faire connaître l'état actuel de cette question. Des travaux récents dus, l'un au général Sebert, un autre à M. Ch.-Éd. Guillaume, un troisième à M. F. Cellerier, nous fournissent tous les renseignements désirables tant sur l'historique que sur les résultats acquis [1].

I. VIS DE LA SÉRIE MÉCANIQUE NORMALE. — C'est à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale que revient l'honneur d'avoir posé pour la première fois en France le problème de l'unification des filetages et d'avoir pendant 20 ans poursuivi sa solution sans se laisser arrêter par les difficultés qu'elle soulevait. C'est en effet en 1891 que, sur la proposition du professeur Sauvage, la Société d'Encouragement constituait une Commission spéciale [2] chargée « de chercher à réaliser, entre les constructeurs et industriels français intéressés dans la question, une entente afin d'arriver à unifier et à uniformiser les divers systèmes de vis et d'écrous employés dans les constructions mécaniques ».

Après un examen détaillé des divers systèmes déjà proposés ou essayés en différents pays pour assurer l'uniformité des filetages, cette Commission formulait des propositions qui, en juillet 1893, furent adressées aux grandes administrations françaises, ainsi qu'aux principaux constructeurs et industriels. L'année suivante, se basant sur les résultats de cette enquête, elle résumait ses propositions dans des « Règles pour la construction des vis métalliques et jauges pour les fils métalliques » qui ne tardèrent pas à être suivies par diverses grandes administrations. En 1898, ces règles furent soumises à un Congrès international tenu à Zurich, où de nombreuses sociétés étrangères s'étaient fait représenter; après quelques modifications de détail, elles furent adoptées par ce Congrès comme bases du Système international (S. I.).

En 1900 elles furent complétées par des indications relatives à l'ouverture des clefs. Ces règles sont reproduites ci-dessous [1].

---

[1] *Rapport sur l'unification des systèmes de filetage*, présenté au Congrès mondial de l'Exposition de Bruxelles au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par le général SEBERT, délégué (*Bulletin de la Société d'Encouragement*, t. CXIII, avril 1910, p. 503-507).

Les récents progrès du Système métrique, Rapport présenté à la quatrième Conférence générale des Poids et Mesures, par CH.-ÉD. GUILLAUME, octobre 1907.

L'unification des systèmes de filetage, état actuel de la question, par F. CELLERIER, directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers (*La Technique moderne*, t. II, décembre 1910, p. 657-662).

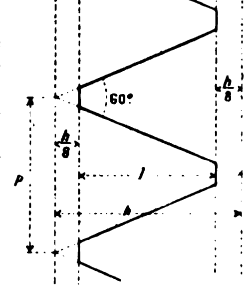
[2] La Commission, chargée par la Société des études et propositions concernant les filetages, comprenait, au début : M. le général Sebert, président; MM. J. Carpentier, membre de l'Institut; Masson, Sauvage, G. Richard. Puis y furent adjoints et prirent part à ses travaux : MM. E. Sartiaux et Zetter, du Syndicat des Industries électriques; M. Ch. Marre, qui a pris part au Congrès de Zurich; M. M. Picard, auteur d'un projet pour les vis horlogères, et M. F. Cellerier, directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.

Les travaux de cette Commission ont été publiés dans le fascicules suivants du *Bulletin de la Société d'Encouragement* : avril 1893, avril 1894, juin 1894, février 1899, juin 1905, octobre 1905, août 1909.

[1] RÈGLES DU SYSTÈME INTERNATIONAL ADOPTÉES PAR LE CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZURICH :

« *Nature du filet.* — Le tracé des vis mécaniques est déterminé par l'enroulement en hélice à droite d'un filet simple, obtenu par la troncature d'un triangle primitif équilatéral, dont le côté, placé parallèlement à l'axe de la vis, est égal au pas de la vis.

» *Forme du filet.* — Le triangle primitif équilatéral est tronqué par deux parallèles à la base, menées respectivement au huitième de la hauteur à partir du sommet et de la base.



» La *hauteur* du filet, mesurée entre les troncatures, est, par suite, égale aux trois quarts de la hauteur du triangle équilatéral primitif; c'est approximativement le pas multiplié par 0,6495.

» *Jeux entre les vis pleines et les vis creuses.* — Les vis pleines et les vis creuses ou écrous, qui se correspondent, ont, en principe, mêmes filets; mais, afin de tenir compte des tolérances d'exécution, indispensables dans la pratique, tolérances qui doivent varier selon les circonstances, le profil fixé est un profil limite pour la vis pleine comme pour la vis creuse; cette limite est prévue par excès pour la vis pleine et par défaut pour la vis creuse : en d'autres termes, la vis pleine doit toujours rester à l'intérieur du profil limite, et la vis creuse à l'extérieur de ce même profil.

» Les écarts entre la surface théorique commune et les surfaces réalisées sur la vis pleine et sur son écrou déterminent le jeu que présenteront les deux pièces montées l'une sur l'autre. Aucune valeur n'est fixée pour ce jeu, chaque constructeur restant juge des tolérances admissibles, suivant la destination des vis et suivant l'outillage employé pour leur fabrication.

» En ce qui concerne le jeu que présentent la vis pleine et la vis creuse au fond des angles rentrants du profil, l'approfondissement dû à ce jeu ne devra pas dépasser un seizième de la hauteur du triangle primitif. Aucune règle n'est tracée pour la forme de cet approfondissement; il est seulement recommandé d'employer un profil arrondi. La profondeur du filet peut ainsi atteindre les treize seizièmes de la hauteur du triangle primitif, ou 0,704 p, p étant le pas.

» *Diamètre des vis.* — Le diamètre des vis se mesure sur l'exté-



II. Vis de la série de la petite mécanique. — Mais ces règles ne concernaient que les vis d'un diamètre supérieur à 6 mm. On avait admis, en effet, que pour les vis de diamètre inférieur, comprenant notamment les vis employées dans les industries horlogères, on conserverait les règles de filetage adoptées déjà, en divers pays, depuis l'année 1880, sur la proposition du professeur Thury, patronnée par la Société des Arts de Genève. En 1903, par suite de l'emploi de ces petites vis en dehors de l'industrie horlogère et notamment dans l'industrie électrique, le Syndicat professionnel des Industries électriques, alors présidé par M. Eug. Sartiaux, fut amené, sur la demande de son président, à prendre l'initiative d'une extension du système international au filetage des vis de diamètre inférieur à 6 mm; M. Zetter fut chargé d'étudier la question et il proposa de créer une série réglementaire de vis, à dimensions métriques, parallèlement à la série des vis horlogères, au moins jusqu'à la limite du diamètre de 1 mm, au-dessous duquel ne subsisteraient plus que les vis de cette série horlogère qui peuvent descendre jusqu'au diamètre de 0,4 mm.

Ces propositions furent l'objet d'une nouvelle enquête de la part de la Société d'Encouragement et sa Commission, à la suite d'une étude approfondie faite par M. Zetter, adoptait dans sa séance du 22 juin 1905 les règles que nous reproduisons ci-dessous (1), nous bornant toutefois aux vis d'un diamètre compris entre 6 mm et 2,5 mm, les vis d'un diamètre compris entre 2,5 mm et 1 mm ayant été, depuis, placées dans la série des vis horlogères.

Ces règles se sont peu à peu répandues en France dans la pratique des constructions. Elles ont été adoptées par la plupart des grandes administrations de l'Etat, notamment dans les services de l'Artillerie et de la Marine, ainsi que le fait ressortir une enquête provoquée par une circulaire en date du 2 novembre 1906 de la Société d'Encouragement. Mais elles n'ont pas encore reçu l'approbation de Congrès internationaux. Toutefois, le récent Congrès des Associations internationales (Bruxelles, 9-11 mai 1910) a nommé une Commission chargée d'examiner l'unification basée sur le système métrique.

III. Vis de la série horlogère. — Au cours de l'année 1909, sur l'initiative prise par M. Maurice Picard, de la Maison Les Fils de Henri Picard et Cie, fabricants

rieur des filets après troncature : le diamètre, exprimé en millimètres, sert à désigner la vis.

» Entre les diamètres normaux indiqués au Tableau (donné ci-dessous) on peut intercaler, par exception, d'autres diamètres; le pas reste alors celui de la vis normale de diamètre immédiatement inférieur. Les diamètres de ces vis intermédiaires doivent toujours être exprimés par un nombre entier de millimètres.

Tableau adopté de la série normale S. I. des diamètres, des pas et des ouvertures des clefs correspondantes des vis mécaniques.

Diamètre.	Pas.	Ouverture de clef.	Diamètre.	Pas.	Ouverture de clef.
6 mm	1,0 mm	12 mm	33 mm	3.5 mm	50 mm
7 —	1,0 —	13 —	36 —	4.0 —	54 —
8 —	1,25 —	15 —	39 —	4,0 —	58 —
9 —	1,25 —	16 —	42 —	4,5 —	63 —
10 —	1,5 —	18 —	45 —	4,5 —	67 —
11 —	1,5 —	19 —	48 —	5,0 —	71 —
12 —	1,75 —	21 —	52 —	5,0 —	77 —
14 —	2 —	23 —	56	5,5 —	82 —
16 —	2,0 —	26 —	60 —	5,5 —	88 —
18 —	2,25 —	29 —	64 —	6,0 —	94 —
20 —	2,5 —	32 —	68 —	6,0 —	100 —
22 —	2,5 —	35 —	72 —	6.5 —	105 —
24 —	3,0 —	38 —	76 —	6.5 —	110 —
27 —	3,0 —	42 —	80 —	7,0 —	116 —
30 —	3,5 —	46 —			

» *Ouverture des clefs.* — L'ouverture de la clef est considérée comme une dimension limite que ne doit dépasser ni l'écrou par excès, ni la clef par défaut.

» A chaque diamètre (de la série normale) correspond une ouverture de clef spéciale.

» Les mêmes ouvertures doivent être employées pour les diamètres exceptionnellement intercalés entre les diamètres normaux.

» L'ouverture de la clef est la même pour l'écrou et pour la tête de boulon et de vis d'un même diamètre.

» La même ouverture s'applique aussi bien aux écrous bruts qu'aux écrous travaillés.

» *Hauteur de l'écrou et de la tête du boulon.* — On recommande de donner à l'écrou une hauteur égale au diamètre, et à la tête une hauteur égale aux [illegible]/10 du diamètre. »

(1) Règles proposées par la Société d'Encouragement pour les vis de la série de la petite mécanique :

« *Forme des filets.* — Le filet de ces vis aura la forme d'un triangle équilatéral avec troncatures pouvant être arrondies au sommet et au fond; il sera établi suivant les règles posées pour la série internationale, et d'après lesquelles le profil résultant des dimensions indiquées sera un profil limite par excès pour la vis pleine et par défaut pour son écrou.

» Le Tableau ci-dessous donne, outre les diamètres et les pas, les diamètres au fond des filets (diamètre des trous de taraudage), l'inclinaison au fond des filets et la largeur du témoin sur l'extrémité du filet, ou largeur de la troncature au sommet des filets après achèvement.

Tableau proposé des diamètres, pas, diamètres intérieurs et inclinaisons des vis de la série de la petite mécanique.

Diamètres.	Pas.	Largeur du témoin.	Diamètres intérieurs.	Inclinaisons au fond du filet.
2,5	0,45	0,056	1,915	4° 16′
3,0	0,60	0,0075	2,220	4,47
3,5			2,720	4
4,0	0,75	0,094	3,025	4.30
4,5			3.525	3,50
5,0	0,90	0,11	3,830	4.16
5,5			4.330	3,48

» *Dimensions accessoires.* — Étant entendu que ces dimensions ne sont pas imposées d'une façon rigoureuse et ne constituent que des indications destinées à faciliter la formation d'assortiments de vis uniformes, on pourra adopter les règles formulées ci-après pour la fixation des dimensions principales des parties accessoires de ces vis :

» Les têtes cylindriques auront pour hauteur le diamètre même de la vis et pour diamètre le double de ce même diamètre;

» Les têtes à six pans et les écrous correspondants de même forme auront également pour hauteur le diamètre même de la vis et pour diamètre le double de ce même diamètre.

» Les têtes coniques seront façonnées à l'angle de 84° et surmontées d'une partie cylindrique de diamètre égal au double du diamètre de la vis. »

d'outils et de fournitures pour l'horlogerie, la Société d'Encouragement fut amenée à reprendre l'examen de la question concernant les vis de diamètre inférieur à 1 mm.

L'unification qu'on avait pensé obtenir pour le filetage des vis horlogères par l'adoption du système Thury ne s'était pas réalisée aussi rapidement qu'on l'avait primitivement espéré. Il convenait dès lors d'examiner s'il ne serait pas possible d'étendre aux vis horlogères les principes du Système international de manière à n'avoir qu'une série unique et continue s'étendant depuis les vis du plus gros diamètre usuel, jusqu'aux plus petites vis dont il est possible de faire usage. La Commission de la Société d'Encouragement reconnut que cette extension était facile, à la condition, toutefois, que, pour éviter des doubles emplois, on remplacera, dans l'avenir, l'usage des cinq vis qui terminent la série des vis de la petite mécanique, au-dessous du diamètre de 2,5 mm jusqu'à celui de 1 mm inclus, par seize vis de diamètres décroissant régulièrement de 0,1 mm. Les conclusions de la Commissions ont reproduites ci-dessous [1].

IV. Vérification des vis. — Il ne suffit pas de dicter des règles; il faut encore établir des types étalons ainsi que des instruments permettant de vérifier que les objets fabriqués sont identiques aux étalons dans les limites de tolérance admises.

Les types étalons des vis et des écrous des dimensions normales ont été établis par la Maison Barriquand et Marre; ils ont été déposés au Conservatoire des Arts et Métiers.

Les grands établissements de constructions doivent aussi posséder une collection de ces étalons : c'est la *collection des prototypes*. Mais il importe, pour qu'on soit assuré de leur invariabilité, que ces prototypes ne soient qu'exceptionnellement utilisés. Une seconde collection, dite *collection de types de contrôle*, est dès lors nécessaire, elle est contrôlée de temps en temps avec les prototypes et plus fréquemment avec une troisième collection, la *collection des types de service*, qui est mise dans l'atelier et sert directement pour la vérification des vis fabriquées ou à recevoir. En fait, en raison des frais occasionnés, on se limite à deux collections, l'une de prototypes, l'autre de types de service.

Quel que soit le nombre des collections mises en usage, il y a deux espèces de vérification nécessaires : la comparaison des types entre eux et la comparaison des types de service avec les vis. Cette dernière comparaison doit être rapide et n'a besoin de porter que sur l'ensemble de la vis; la première au contraire demande à être exécutée avec une certaine précision et doit porter sur les divers éléments du filetage.

Il sortirait du cadre de ce journal de décrire en détails les appareils servant à cette vérification. Disons toutefois que, pour la vérification des vis à l'atelier, M. Marre a construit un comparateur fort simple, appelé *calibravis*. Il consiste en deux mâchoires reliées à une extrémité par un ressort formant charnière et, à l'autre extrémité, par une vis micrométrique avec tambour divisé; dans les deux mâchoires est taraudé le filetage femelle permettant la comparaison. Celle-ci s'effectue en plaçant la vis à vérifier dans ce filetage et en serrant la vis micrométrique jusqu'à ce que la vis à vérifier soit suffisamment pressée; le tambour de la vis micrométrique doit alors se trouver au zéro par rapport à son repère; s'il n'est pas au zéro, on peut déduire de sa position de combien le diamètre de la vis à essayer est supérieur ou inférieur au diamètre normal.

Mais cet appareil ne donne qu'une vérification d'ensemble, de précision insuffisante pour la comparaison des types. Pour cette dernière comparaison, l'approximation doit en effet pouvoir atteindre le millième de millimètre. Les procédés de vérification font alors partie du domaine de la Métrologie de très haute précision. Pour certaines vérifications partielles, MM. Ch. Marre et L. Robinet ont construit un micromètre comparateur spécial; pour sa description nous renverrons les lecteurs intéressés à l'article de M. Cellerier que nous signalions en débutant.

ÉLECTROCULTURE.

Sur l'énergie électrique consommée pour l'électroculture [1].

L'auteur a entrepris, en collaboration avec la « Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft » et M. Mankiewicz,

---

(1) Règles proposées par la Société d'Encouragement pour les vis de la série horlogère :

« Les *diamètres extérieurs* des vis de cette série horlogère varieront, par dixième de millimètre, depuis la vis de 2,5 mm jusqu'à celle de 1 mm inclus, puis par demi-dixième de millimètre, depuis cette dernière vis jusqu'à celle de 0,4 mm terminant la série.

Tableau proposé de la série normale des numéros, diamètres et pas des vis de la série horlogère.
(*Série française proposée.*)

Numéros.	Diamètres.	Pas.	Numéros.	Diamètres.	Pas.
25	2,50 mm	0,45 mm	11	1,10 mm	0,24 mm
24	2,40 —	0,45 —	10	1,00 —	0,24 —
23	2,30 —	0,42 —	9 ½	0,95 —	0,21 —
22	2,20 —	0,42 —	9	0,90 —	0,21 —
21	2,10 —	0,39 —	8 ½	0,85 —	0,19 —
20	2,00 —	0,39 —	8	0,80 —	0,19 —
19	1,90 —	0,36 —	7 ½	0,75 —	0,17 —
18	1,80 —	0,36 —	7	0,70 —	0,17 —
17	1,70 —	0,33 —	6 ½	0,65 —	0,15 —
16	1,60 —	0,33 —	6	0,60 —	0,15 —
15	1,50 —	0,30 —	5 ½	0,55 —	0,13 —
14	1,40 —	0,30 —	5	0,50 —	0,13 —
13	1,30 —	0,27 —	4 ½	0,45 —	0,11 —
12	1,20 —	0,27 —	4	0,40 —	0,11 —

» Les numéros des vis seront représentés par ces diamètres exprimés en dixièmes de millimètre, et iront en croissant à partir du n° 4, correspondant à cette dernière vis.

» Les pas, égaux approximativement au quart des diamètres correspondants, varieront seulement de deux en deux vis, d'abord par trois centièmes de millimètre, en descendant depuis la vis de 2,5 mm jusqu'à celle de 1 mm, puis par deux centièmes de millimètre au delà.

» Le filetage doit être établi suivant les règles fixées pour la série internationale des vis mécaniques, d'après lesquelles le profil en triangle équilatéral avec troncatures, résultant des dimensions indiquées, sera un profil limite par excès pour la vis pleine et par défaut pour son écrou. »

(1) Max Breslauer, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 15 juillet 1910, p. 557.



des essais à Potsdam sur une surface de terrain de 6 ha. Les conducteurs, suspendus à 4 m à 5 m au-dessus du sol, consistaient en fils d'acier étamé, de 0,8 mm de diamètre. Ces fils sont tendus au-dessus de toute la surface avec un écartement de 10 m. Ce réseau, parfaitement isolé, est relié au pôle positif de la source pendant que le pôle négatif est à la terre. Pour une tension moyenne de 65000 volts, correspondant à une longueur d'étincelles de 20 à 25 mm entre boules de 25 mm de diamètre, on trouve qu'il passe dans tout le réseau 0,51 milliampère et dans la moitié du réseau 0,385 milliampère, par temps sec, pas trop chaud et vent d'Est.

Mais il faut considérer qu'il y avait une perte d'énergie par fort rayonnement dans le voisinage de l'appareil et par les conducteurs d'amenée du courant. En réalité, l'intensité rayonnée sur la moitié du réseau est 0,51 — 0,385, soit 0,13 milliampère, c'est-à-dire 0,26 milliampère pour tout le réseau. Cette consommation correspond à $0,43.10^{-5}$ milliampère par mètre carré. L'ampèremètre indiquant un courant continu, l'énergie consommée sur le réseau est de $0,26.10^{-3}.65000 = 17$ watts, soit $0,28.10^{-3}$ watt par mètre carré.

Pour comparer avec les quantités d'électricité fournies naturellement, on peut rappeler les conclusions du travail de K. Kähler. Cet auteur a trouvé pour 1908 un excès d'électricité positive correspondant à 2.10^{-9} ampère-heure par mètre carré. Cet excès diminue en temps de neige et augmente par la pluie. C'est pendant les mois d'été qu'il est le plus élevé. La quantité d'électricité ci-dessus correspond ainsi à une intensité moyenne de 10^{-9} à 10^{-8} milliampère par mètre carré, pouvant atteindre en temps de pluie 10^{-8} à 10^{-7} milliampère.

Si l'on compare aux valeurs précédemment trouvées, on voit que le courant produit artificiellement est 1000 à 10000 fois plus grand que celui fourni par l'atmosphère.

En ce qui concerne la quantité d'électricité fournie pendant une période de végétation de 1500 à 2000 heures, on trouve par mètre carré $0,43.10^{-5}.2000 = 0,9.10^{-5}$ ampère-heure, au lieu de 2.10^{-9} d'après les données météorologiques. Le rayonnement artificiel est ainsi 10000 fois plus grand que celui fourni par la nature. Encore faut-il ajouter que le premier n'est relatif qu'à la période de végétation, pendant les mois d'été, tandis que le second se rapporte à l'année entière. L. J.

CONSERVATION DES POTEAUX.

La conservation des poteaux en bois par injection de fluorure de zinc [1].

Durant ces trois dernières années l'Administration autrichienne des Postes et Télégraphes a entrepris un grand nombre de recherches dans le but de remplacer le bichlorure de mercure, le sulfate de cuivre et la créosote dans leurs applications à l'aseptisation des poteaux en bois. Parmi toutes les substances essayées, le fluorure de zinc acide ($ZnFl^2, 2HFl$), en solution plus ou moins concentrée, a donné les meilleurs résultats. Antérieurement déjà, Malenković avait signalé que ce composé était cinq fois plus efficace que le sulfate de cuivre ou le chlorure de zinc; une expérience à petite échelle tentée en 1905, dans une région où les poteaux télégraphiques étaient particulièrement attaqués par la pourriture, a confirmé également les propriétés microbicides du fluorure de zinc, car après trois années de service, tous les poteaux imprégnés avec cette substance étaient encore intacts; au bout de 4 ans, on a constaté que 75 pour 100 ne présentaient aucune trace de pourriture; sur la même ligne, au contraire, les poteaux traités au sulfate de cuivre, d'après le procédé Boucherie, accusaient un déchet de 65 pour 100, au bout de trois ans, et de 50 pour 100 au bout de quatre ans.

Tel était l'état de la question quand on entreprit les essais que nous allons résumer. La substance active est du fluorure de zinc acide répondant à la formule : $ZnFl^2, 2HFl$, dont on constitue une solution de réserve à 20 pour 100 de sel et marquant 25° Baumé. Cette solution mère est étendue d'eau jusqu'à obtention d'un bain à 5°,5 Baumé qui est versé dans des auges en bois de 10 m de longueur et construites sans aucun accessoire métallique; on immerge dans ces auges les pièces de bois à étudier. On a tout d'abord procédé sur des échantillons de petites dimensions, bien séchés à l'air libre, pour avoir une idée de leur pouvoir absorbant et de la durée d'immersion la plus convenable. A cet effet, on les pesait tous les jours; et finalement on a construit des courbes en portant les jours en abscisses et en ordonnées, soit les quantités de lessive absorbées exprimées en kilogrammes

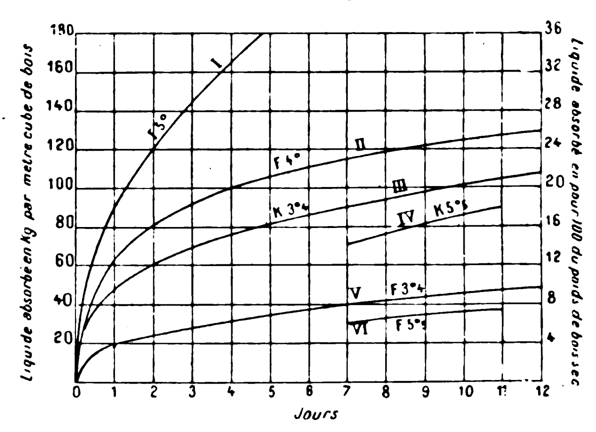


Fig. 1. — Courbes d'absorption relatives aux bois de pin (K) et de sapin (F) immergés dans une solution de fluorure de zinc $ZnFl^2, 2HFl$.

par mètre cube de bois, soit ces mêmes quantités exprimées en pour cent du poids du bois sec. Dans la figure 1, les courbes I et II sont relatives à des spécimens d'un même arbre, mais de coupes différentes; elles montrent des divergences considérables, de sorte qu'il est difficile de tirer quelque indication générale sur le pouvoir absorbant probable de billes de bois traitées en masse. La courbe II se rapproche cependant assez des résultats obtenus dans la suite; dans tous les cas, on avait reconnu la nécessité d'un trempage de plusieurs jours. La marche

[1] Robert NOWOTNY, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXVIII, 12 juin 1910, p. 491.

suivie dans l'expérimentation des longues pièces a été la même.

1. *Comparaison entre les pouvoirs absorbants du pin* (K) *et du sapin* (F). — Les courbes III et IV de la figure 1 (K se rapporte au pin; F au sapin; l'indice indique la concentration de la solution en degrés Baumé) montrent que, à conditions égales, le poids de liquide absorbé par le sapin (F) n'est que les $\frac{4}{10}$ de celui pris par le pin (K). La même particularité se présente avec le bichlorure de mercure; mais il y a entre les deux solutions cette différence que le fluorure de zinc s'emmagasine au degré de dilution même du bain, tandis que le bois est plus avide de sel de mercure qu'on retrouve dans les pores à un degré de concentration, au contraire, plus élevé que la solution primitive. Les poteaux ordinaires de l'administration autrichienne ont 8 m de longueur et pèsent en moyenne 100 kg, de sorte qu'il est facile d'évaluer l'absorption de liquide en pour 100 de leur poids. Une série d'expériences, effectuées avec une solution à 5°,5 Baumé et contenant 3,7 pour 100 de sel de zinc, ont donné les résultats suivants (courbes IV et VI de la figure 1) :

	Quantité de liquide absorbée.	
	Pin (K).	Sapin (F).
Après 7 jours d'immersion.	70kg par m³ de bois ou 14,3 pour 100 du poids total.	39kg par m³ de bois ou 5,7 pour 100 du poids total.
Après 11 jours d'immersion.	90kg par m³ de bois ou 18 pour 100 du poids total.	37kg par m³ de bois ou 7,5 pour 100 du poids total.

Les courbes III et V de la figure 1 qui se rapportent à une solution à 5°,5 Baumé montrent qu'après le premier jour d'immersion le pin (K) a subi une augmentation de poids de 10 pour 100; après 7 jours, 18 pour 100; après 10 jours, 20 pour 100; après 11 jours, 21 pour 100; autrement dit, les 24 premières heures sont les plus efficaces. Le pin (K) exige 9 jours de plus, le sapin 6 jours pour reprendre autant de liquide que le premier jour. D'après l'allure asymptotique des courbes ci-dessus, on reconnaît qu'il n'y a aucun avantage à prolonger indéfiniment l'immersion; l'auteur indique comme durée la plus économique 7 jours, après lesquels la quantité de solution absorbée est à peu près le double de celle correspondant au premier jour.

La réceptivité est bien différente selon qu'il s'agit de billes ou de bois débité (poutres et planches); pour celui-ci, Malenkovič a constaté que chaque journée de trempage se traduit par un gain de 50 pour 100 du poids relevé le jour précédent, tandis que les billes ne donnent que $\frac{1}{5}$. Un poteau et une planche en bois de pin (K), plongés dans une solution à 5° Baumé, ont, au bout d'une journée, déjà présenté les accroissements de 3,7 et 4,8 pour 100 en poids.

Les courbes d'imprégnation relatives au pin (K) et au sapin (F) offrent de grandes analogies; si, par exemple, on fait pour chacune d'elles les quotients des ordonnées se rapportant à deux jours consécutifs, on trouve très sensiblement les mêmes nombres. La quantité de sel de zinc incorporée par mètre cube de bois n'est pas très considérable. Elle a varié entre 0,5 kg et 3,3 kg pour le pin (K) et entre 0,2 kg et 1,4 kg pour le sapin (F) pour des immersions de 1 à 11 jours; mais il faut remarquer qu'étant condensée dans une épaisseur très faible de bois il en résulte cependant une immunisation suffisante.

De ces premières expériences il résulte déjà que, pour une même solution, la réceptivité du sapin (F) est de beaucoup inférieure à celle du pin (K) et qu'il faut au premier une durée d'immersion fort longue pour absorber autant de liquide que le second en peut prendre en une seule journée; autrement dit, le sapin (F), même après une longue immersion, n'atteint jamais la valeur du pin (K), et à plus forte raison, si l'on traite les deux espèces de bois dans le même bain et durant le même temps. L'auteur n'a pas eu le loisir d'étudier une autre variété de sapin, mais il estime qu'elle se comporterait à peu près de la même manière que le sapin (F, sapin rouge).

Influence de la concentration du bain de trempage. — Ces essais à grande échelle, effectués sur des lessives plus ou moins diluées, établissent déjà que les solutions à faible teneur en sel sont plus facilement absorbées que les solutions concentrées. On s'en rend facilement compte sur les courbes III à VI de la figure 1; mais il était à prévoir qu'avec les solutions concentrées il y avait plus de substance active incorporée. C'est ce que confirment les courbes de la figure 2 obtenues en portant encore en

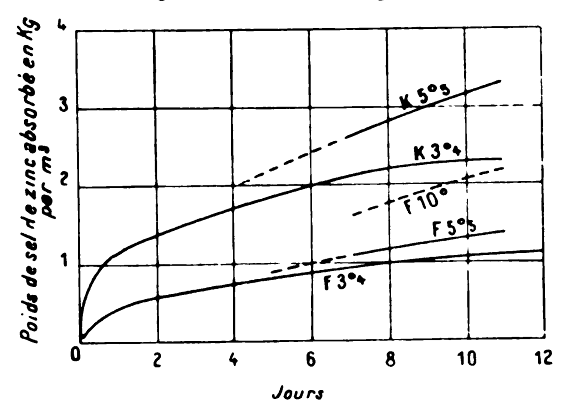


Fig. 2. — Influence de la concentration de la solution sur la quantité de sel actif absorbé.

abscisses les jours, et en ordonnées les poids de sel de zinc en kilogrammes par mètre cube. La position des courbes a changé par rapport à l'axe des x; il y a donc un intérêt évident à n'utiliser que des lessives fortes, car, à durée d'immersion égale, elles permettent l'incorporation d'une plus grande quantité de substance antiseptique, ou, pour une même aseptisation, de diminuer le temps de trempage. La courbe F_{10° montre que le sapin (F) pouvait arriver à un degré de conservation comparable à celui du pin, si on l'immergeait dans une solution à 10°; à ce dernier degré de concentration, on n'a pas observé de réactions nocives du fluorure de zinc sur le bois.

Influence de la température. — D'après les essais effectués dans ce sens, la température n'a aucune influence sensible sur le pouvoir absorbant, au moins jusqu'à 50°. Mais, en portant la lessive à l'ébullition, on peut en quelques heures arriver à une absorption qui ne serait atteinte qu'au bout de quelques jours à la température ordinaire. Ce procédé revient toutefois trop cher à cause des frais de chauffage; de plus, il se dégage des vapeurs

acides qui entraînent une décomposition du fluorure de zinc.

Autres influences. — Le degré de siccité des bois joue un rôle prépondérant dans leur aptitude à l'absorption. Dans les expériences actuelles, on n'a utilisé que des bois abattus pendant la saison d'hiver et abandonnés au séchage sous des hangars jusqu'à l'automne suivant. On a reconnu aux Etats-Unis qu'il fallait laisser s'écouler au moins 3 à 4 mois entre l'abatage et l'emmagasinage des arbres avant de les soumettre à l'opération du trempage; car la proportion de liquide absorbée décroît très rapidement dès qu'ils présentent quelques traces d'humidité. Ainsi un poteau en bois de pin (K) immergé dans une solution à 5°,5 Baumé en absorbe en moyenne 14,3 kg, quand il est sec, mais par temps humide la proportion tombe à 9,9 kg. Le sapin (F) se comporte de la même façon. Par conséquent, les bois qui ont séché en tas à l'air libre doivent, avant d'être introduits dans un bain aseptique, être soustraits pendant quelque temps à l'action directe de la pluie. Les poteaux pesés encore humides indiquent toujours un poids supérieur à celui obtenu après égouttage; c'est ce dernier, d'ailleurs, qui se rapproche le plus des conditions de la pratique, car le liquide en excès se trouvera toujours perdu dans les différentes manipulations qu'on fait subir aux poteaux.

Enfin la position occupée par une pièce de bois dans le bain n'est pas indifférente; au fond de l'auge, elle absorbe environ 10 pour 100 en plus de liquide que si elle flotte à la partie supérieure.

Imprégnation avec la « bellite ». — On désigne sous le nom de *bellite* un nouvel antiseptique de date toute récente, dont la fabrication est garantie par le brevet autrichien 41552 (¹). Il y en a deux qualités : la bellite, fluorure simple et la bellite, fluorure double. C'est cette dernière que l'auteur a expérimentée; elle comprend comme produit principal du fluorure de sodium ($NaFl$) 80 pour 100 et, comme accessoires, du dinitrophénol $[C^6H^3(AzO^2)^2(OH)]$ 6 pour 100 et de l'huile d'aniline ($C^6H^5AzH^2$) environ 3 pour 100. D'après Malenkovic, le dinitrophénol aurait un pouvoir antiseptique très énergique et, si les essais de laboratoire venaient à être confirmés dans la pratique, on pourrait considérer la bellite comme une préparation susceptible de remplacer le sublimé.

Suivant le brevet, la saturation des phénols nitrés par des bases organiques telles que l'huile d'aniline donne naissance à des sels instables qui, une fois incorporés dans le bois, ont une tendance à se séparer en base et en corps nitré; la première s'élimine par évaporation ou se transforme par oxydation de sorte que le résidu de dinitrophénol est fortement retenu sans avoir rien perdu de ses propriétés aseptiques.

Pour l'emploi, on dissout la bellite dans la proportion de 2,25 pour 100 d'eau, et on laisse déposer les produits insolubles. On obtient alors une solution jaune, de densité 2°,4 à 2°,5 Baumé. Les bois qui ont trempé dans ce bain paraissent rouge orangé aussitôt après leur sortie; après séchage, ils prennent une teinte jaune d'ocre. L'intérieur a toujours une coloration jaune très intense, de sorte qu'on peut facilement apprécier la qualité de l'imprégnation d'après la profondeur de pénétration de ce liquide. En abandonnant pendant 7 jours des poteaux en pin (K) et sapin (F) dans une solution de bellite, on a encore constaté sur ces deux variétés la même différence dans leur perméabilité, c'est-à-dire que le sapin (F) ne prend que 0,4 de la quantité de liquide retenue par le pin (K).

(¹) Monopole de la firme Auguste Möllers fils, de Reinowitz.

Résultats d'essais avec la bellite.

NATURE du bois.	LONGUEUR des poteaux.	DURÉE de l'immersion.	TEMPÉRATURE en degrés centigrades.	POIDS de liquide absorbé: pour des poteaux de 8 m en pour 100 de leur poids.	POIDS de liquide absorbé: par poteau.	POIDS de liquide absorbé: par m³ de bois.	OBSERVATIONS.
	m	jours	°	kg	kg	kg	
Pin (K)..	8	7	10	12,4	»	62	Moyenne de plusieurs expériences.
	9	»	»	»	13,1	52	
Sapin (F).	7	»	»	»	5,2	35	
	8	»	»	4,1	»	21	
	9	»	»	»	5,7	23	

Il a paru dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 30 décembre 1909, page 1255, une étude qui diffère de la précédente en ce sens que l'auteur a tout simplement cherché à établir la perméabilité du bois pour les solutions de bichlorure de mercure dans les différentes directions. A cet effet, il a maintenu pendant 10 jours des traverses en bois de pin (K) à 1 m de profondeur dans un bain de bichlorure et il a constaté les résultats suivants : dans la traverse enduite de cérésine sur ses extrémités le liquide avait pénétré à 35 mm; dans la deuxième enduite sur toute la surface extérieure et non sur les surfaces terminales, la pénétration a été de 8 mm dans le cœur et de 300 mm environ dans l'aubier; enfin, dans la dernière recouverte entièrement, sauf une plaque de 10 cm de diamètre sur la surface extérieure, la solution avait encore pénétré de 30 mm. C'est donc la direction radiale la plus efficace au point de vue de l'absorption, dont le maximum est atteint au bout de 7 à 8 jours.

B. K.

Procédé économique Rüpin pour l'injection des poteaux en bois (¹).

Ce procédé, garanti par le brevet allemand 138 933, est exploité par les Rütgerswerke-A.-G., de Berlin.

Le liquide antiseptique employé est la créosote, dont l'injection à saturation était jusqu'ici obtenue par le vide et par la pression en vase clos; on devait tabler sur une consommation de 325 kg de matière par mètre cube de bois, soit une dépense de 20 à 25 fr. Dans le procédé Rüpin, l'imprégnation se fait avec 50 à 60 kg de liquide à peine. Cette économie provient de ce que les pores restent vides

(¹) K. PERLEWITZ, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 8 septembre 1910, p. 913.

et seuls sont injectés les tissus qui, en réalité, constituent la partie vulnérable des poteaux; donc les bois traités par ce procédé ne doivent pas être inférieurs à ceux qui ont subi l'imprégnation totale. La figure 1 représente schématiquement le dispositif Rüpin. Les poteaux à aseptiser sont chargés sur un wagonnet qu'on introduit dans le cylindre J où ils sont soumis à une pression maximum de 4 atm suivant la qualité du bois, de façon à remplir tous

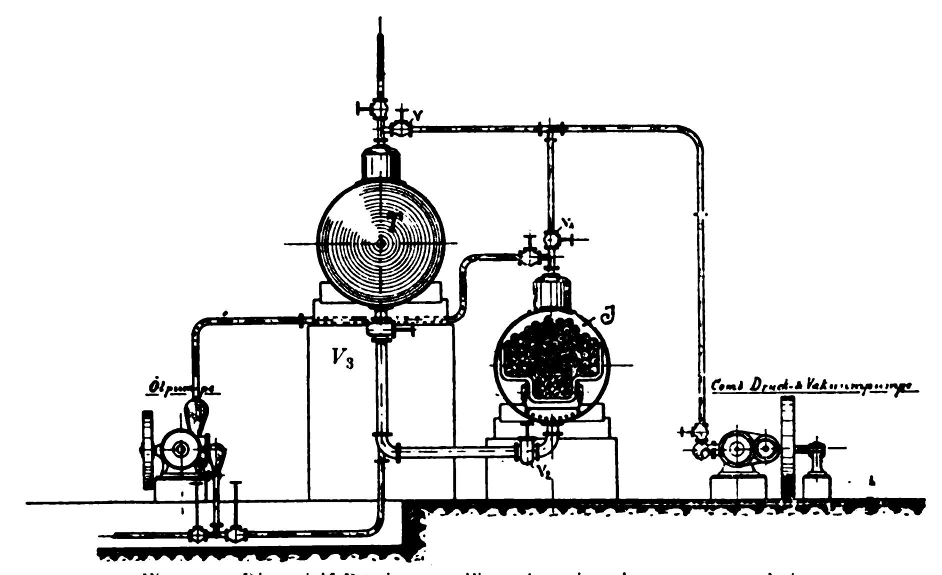


Fig. 1. — Dispositif Rüpin pour l'imprégnation des poteaux en bois.
Ölpumpe : Pompe à huile. — Comb. Druck- und Vacuumpumpe : Pompe à vide et de compression.

les pores d'air à cette pression. On exerce ensuite, dans le récipient supérieur à créosote T, la même pression en ouvrant les robinets V et V_1 seuls; puis on ouvre V_2 et V_3 et la créosote, chauffée aux environs de 80°, s'écoule par simple gravitation dans le cylindre J qu'elle remplit complètement en refoulant l'air devant elle dans le récipient T. A cette phase du procédé, les bois se trouvent entièrement noyés dans la créosote qui ne peut encore s'infiltrer ni dans les pores garnis d'air sous pression, ni même dans la fibre grâce à la contre-pression de cet air occlus. On ferme maintenant les robinets V_1 et V_2 et avec la pompe à huile (Olpumpe) on comprime la créosote, puisée au réservoir T, dans le récipient J jusqu'à la pression de 7 atm qui est suffisante pour forcer le liquide à pénétrer dans les cellules en glissant le long des parois, tandis que l'air étant de plus en plus comprimé l'empêche de remplir le creux des cellules. Quand on juge que le bois a suffisamment absorbé d'antiseptique, ce qui a lieu au bout d'une heure environ, on supprime la pression; l'air intérieur se détend et s'échappe en entraînant le liquide en excès qui n'a pas été retenu par les parois. On fait repasser la créosote de J en T et, pour faciliter encore l'expulsion de celle qui est superflue, on fait le vide quelque temps dans le cylindre J. De cette façon il ne reste dans le bois que juste ce qui est nécessaire pour imprégner les parois des pores.

La figure 2 est la photographie agrandie 180 fois d'une section transversale d'un tronc de pin aseptisé suivant la méthode Rüpin; elle montre nettement que la créosote n'a pas envahi les cellules. Sur deux autres photographies, que nous ne reproduisons pas, on peut comparer la valeur du traitement Rüpin et du traitement Kyan (année 1830). Pour le premier, la créosote a pénétré

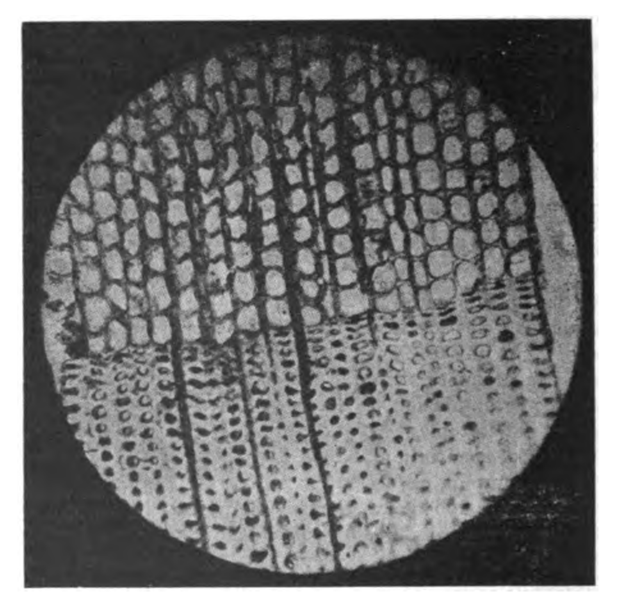


Fig. 1. — Coupe d'un tronc de pin imprégné de créosote suivant le procédé Rüpin. Grossissement : 180.

jusqu'au cœur de l'arbre; tandis que la kyanisation (trempage pendant 10 jours dans une solution à 0,66

pour 100 de bichlorure de mercure) n'a atteint que quelques millimètres de profondeur. Pour apprécier celle-ci, on traite le bois kyanisé par le sulfure d'ammonium qui noircit toutes les parties injectées de bichlorure. Le sapin, plus riche en résine que le pin, offre aussi une bien plus grande résistance à la pénétration du liquide que celui-ci, qui doit lui être préféré non seulement pour cette meilleure perméabilité, mais encore à cause de sa durée naturelle plus longue et sa plus grande résistance à la pression et à la flexion.

L'ingénieur Christiani a donné, d'après une statistique nombreuse, les renseignements suivants sur la durée et le prix de revient des poteaux d'après le procédé qu'ils ont subi.

Valeur économique des différents poteaux.

SYSTÈME d'imprégnation.	DURÉE des poteaux.	FRAIS par mètre cube de bois pour			FRAIS par mètre cube an.
		Débitage.	Transport et montage.	Total	
	années	fr	fr	fr	fr
Sulfate de cuivre....	11,7	36,20	25	61,20	5,24
Chlorure de zinc.....	11,9	35,15	25	60,15	4,06
Créosote (ancien procédé de trempage).	20,6	46,16	25	71,16	3,76
Bichlorure de mercure	13,7	41,11	20	61,11	4,82
Non traités...... ...	7,7	26 »	20	46 »	6,62

L'auteur estime que le traitement Rüpin permet de réduire les frais généraux par mètre cube de bois et par an à 3,10 fr. Depuis 1902, l'Administration des Télégraphes et Téléphones allemands applique ce procédé à la moitié environ des poteaux qu'elle emploie annuellement.

B. K.

CAOUTCHOUC.

Sur l'exploitation des plantes à caoutchouc.

Tout récemment M. Blondin appelait l'attention des lecteurs de cette Revue sur les tentatives faites en vue de la fabrication synthétique du caoutchouc ([1]). En attendant que cette synthèse soit pratiquement réalisée, les chimistes s'attachent à rechercher les meilleurs procédés d'extraction du caoutchouc naturel. Deux articles récents ([2]) nous fournissent sur ce sujet les renseignements suivants.

Dans la Malaisie et les régions avoisinantes, on trouve très abondamment des arbres à caoutchouc (*Dyera costulata* Hook) dont le latex fournit une substance désignée sous le nom de *gomme de Jeloutong* ou de *Bornéo mort*, substance qui renferme de 10 à 20 pour 100 de caoutchouc. Mais la séparation du caoutchouc des autres matières, analogues aux résines, qui entrent dans le jeloutong est très malaisée. Les procédés employés dans les laboratoires pour le dosage du caoutchouc, c'est-à-dire soit sa dissolution dans les solvants neutres, soit l'épuisement à chaud par l'alcool, ne peuvent convenir, car on peut poser en principe que tout caoutchouc dissous ne retrouve jamais ses propriétés physiques initiales. D'un autre côté l'action de solvants employés à chaud pour enlever les matières résineuses ne saurait être utilisée, car le caoutchouc ainsi obtenu s'altère rapidement.

Après de nombreux essais M. Dybowski est arrivé à un procédé dont voici le principe d'après sa note à l'Académie. On fait d'abord agir sur le jeloutong un mélange d'alcool et d'éther ou de sulfure de carbone qui gonfle la masse et la gélifie. La matière ainsi préparée cède aisément ses matières résineuses à des solvants appropriés et l'on obtient dans ces conditions un caoutchouc recherché par l'industrie.

En raison de l'abondance du jeloutong, ce procédé peut fournir une importante quantité de caoutchouc, et, d'après un renseignement puisé dans un journal financier, une importante société s'est fondée pour l'exploiter.

Envisageant la question d'un point de vue plus général, M. de Wildeman, conservateur au Jardin botanique de Bruxelles, examine ce qu'il convient de faire pour tirer le meilleur parti possible des régions de l'Afrique tropicale en ce qui concerne la production du caoutchouc.

Tout en préconisant la création de laboratoires et de jardins d'essais chargés de rechercher les meilleures espèces de producteurs et la manière de les traiter, l'auteur ne croit pas qu'on obtiendra de bons résultats commerciaux en essayant de développer quelques espèces au détriment des autres. Il fait observer que les conditions qui rendent une espèce d'excellent rendement dans une région ne se rencontrent pas généralement dans une autre région, même bien voisine; il cite à ce propos l'exemple de Java où, après avoir fondé le plus grand espoir sur la culture du *Ficus elastica*, on a été obligé de l'abandonner. D'ailleurs des plantations d'une espèce déterminée sont extrêmement coûteuses et ne commencent à rapporter qu'après plusieurs années. Il estime donc qu'il est préférable de s'en tenir aux plantes indigènes croissant spontanément, quand même elles seraient d'un rendement inférieur, et que tout ce qu'il convient de faire est de chercher à augmenter ce rendement par quelques soins culturaux appropriés.

Un autre point examiné par l'auteur est de savoir s'il est préférable de récolter le latex en une seule fois en abattant l'arbre à caoutchouc ou de le récolter par saignées faites successivement à des intervalles plus ou moins rapprochés. Il semblerait que cette dernière méthode, aujourd'hui adoptée dans les exploitations bien conduites, doive avoir un avantage évident sur la première. Tel n'est point l'avis de M. de Wideman qui reproche à la méthode des saignées successives d'étioler la plante et de donner en fin de compte une quantité de caoutchouc moindre que celle qu'on obtiendrait dans le même temps de l'arbre abattu et de ceux que le climat tropical ne tarde pas à faire pousser sur sa souche.

([1]) *La Revue électrique*, t. XIV, 15 décembre 1910, p. 401.

([2]) Jean Dybowski, *Sur une source nouvelle de caoutchouc naturel* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLII, 9 janvier 1911, p. 98). — E. de Wildeman, *Revue générale des Science* 15 janvier 1911, p. 32-37.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique (suite) (¹),

Par MM. Fernand Payen et Paul Weiss.

Chapitre IV.

Concurrence entre Compagnies d'éclairage par le gaz et Compagnies de distribution d'électricité.

La loi du 15 juin 1906 réglemente uniquement les distributions d'énergie électrique et les conditions dans lesquelles celles-ci peuvent être autorisées ou concédées.

Aucune disposition de la loi n'a trait à la situation qui peut résulter pour les concessionnaires de l'éclairage au gaz de ces autorisations ou concessions d'énergie électrique.

Ce silence de la loi ne saurait surprendre. Les Compagnies d'éclairage par le gaz ont des droits acquis qui résultent des traités qu'elles ont passés avec les communes. Il ne pouvait y être porté atteinte par un vote du Parlement.

Les difficultés qui pourront naître de la concurrence entre concessionnaires de distribution d'énergie et concessionnaires d'éclairage par le gaz doivent, en conséquence, être résolues d'après les principes généraux du droit tels qu'ils ont été formulés et interprétés par le Conseil d'État.

L'examen de ces difficultés se résume donc dans l'étude de cette jurisprudence.

* * *

Pas de difficulté tout d'abord si le contrat passé avec le concessionnaire n'accorde à celui-ci le droit, fût-ce le droit exclusif, de poser des canalisations sous les voies publiques que *pour l'éclairage au gaz* des maisons particulières.

Le Conseil d'État a jugé dans ce cas qu'aucune disposition du traité ne garantissait au concessionnaire le droit de pourvoir à l'éclairage privé par un autre procédé que le gaz, et que par conséquent le maire pouvait, sans porter atteinte aux droits de ce concessionnaire, autoriser au-dessus des voies publiques la pose de fils pour la distribution de la lumière aux particuliers (Conseil d'État, 26 juillet 1901, ville de Lille contre Compagnie continentale du Gaz).

Mais un grand nombre de concessions de gaz furent accordées au moment où personne ne soupçonnait l'immense développement qu'allaient prendre les distributions d'énergie électrique. Beaucoup de communes n'hésitèrent donc pas à accorder aux Compagnies de gaz un monopole d'éclairage, de chauffage (et même parfois de force motrice), sans restriction.

Quand plus tard l'emploi de l'électricité se vulgarisa, des conflits surgirent.

Le Conseil d'État parut tout d'abord favorable à l'observation stricte du monopole des Compagnies de gaz, ou du moins, ce qui revenait au même, à l'observation stricte du droit exclusif à elles accordé d'établir des canalisations sous les voies publiques.

Les communes, dit un arrêt du Conseil d'État du 26 décembre 1891 (Compagnie du Gaz de Saint-Etienne contre ville de Saint-Etienne) ne peuvent constituer au profit d'un tiers le monopole de l'éclairage privé; mais il leur appartient pour assurer sur leur territoire le service de l'éclairage, tant public que privé, de s'interdire d'autoriser ou de favoriser sur le domaine municipal tout établissement pouvant faire concurrence à leurs concessionnaires. Cette interdiction n'a même pas besoin d'être expressément écrite; elle peut résulter implicitement des clauses du contrat, de la commune intention des parties.

Et quand une commune a ainsi accordé à un concessionnaire de l'éclairage au gaz le droit exclusif de se servir des voies urbaines pour l'éclairage public et privé, le silence du traité sur la découverte d'un nouveau mode d'éclairage doit être interprété en faveur de la Compagnie. (Conseil d'État, 10 janvier 1902, Compagnie nouvelle du Gaz de Déville-les-Rouen contre commune de Déville-les-Rouen.)

Mais déjà à cette époque le Conseil d'État fait une distinction.

Il en est ainsi du moins dit-il, lorsque le traité a été passé avec la Compagnie d'éclairage au gaz à une époque où l'éclairage électrique n'était pas pratique. (Même arrêt.)

Si, au contraire, le traité a été passé, ou prorogé, à une époque où l'éclairage électrique fonctionnait déjà dans les localités voisines, les parties sont en faute de n'avoir pas manifesté expressément leur volonté, il sera fait une juste appréciation des droits respectifs des parties en demandant à la compagnie concessionnaire un délai pour déclarer si elle entend se charger de l'éclairage électrique dans les conditions du traité passé par la commune avec un tiers (même arrêt).

Cette formule fut consacrée par de nombreux arrêts qui peuvent se résumer ainsi :

Quand le traité conclu avec un concessionnaire de l'éclairage par le gaz accorde à ce concessionnaire le droit exclusif de se servir des voies urbaines pour l'éclairage public et particulier, le fait que le traité n'a pas prévu la découverte possible d'un autre mode d'éclairage ne suffit ni pour permettre au concessionnaire de paralyser les droits de la commune de recourir à l'électricité, ni pour permettre à la commune de paralyser le droit du concessionnaire en accordant à un entrepreneur concurrent l'autorisation de distribuer de l'énergie électrique.

La commune doit mettre la Compagnie du Gaz en demeure de déclarer si elle entend assurer elle-même la fourniture de l'électricité (Conseil d'État, 22 juin 1900, 10 janvier 1902, commune de Déville-les-Rouen et commune de Maromme).

Mais à quelles conditions devra-t-elle l'assurer?

Elle devra l'assurer aux conditions acceptées par le concessionnaire concurrent. Si elle refuse de s'en charger à ces conditions, la commune peut passer outre (10 janvier 1902, déjà cité) (¹).

(¹) Voir *La Revue Électrique* des 30 décembre 1910, p. 467, 13 janvier 1911, p. 47 et 27 janvier 1911, p. 99.

(¹) Conseil d'État, 10 janvier 1902. Compagnie du Gaz de Déville-les-Rouen contre commune de Déville. Lorsque les conventions intervenues entre une commune et la compagnie concessionnaire du service de son éclairage public et privé par le gaz sont restées muettes en ce qui concerne l'application éventuelle d'un nouveau mode d'éclairage, il appartient au juge d'interpréter le silence des parties sur ce point et de faire droit à ce qu'il y a de fondé dans leurs prétentions contraires, en reconnaissant à la Compagnie du Gaz le privilège de l'éclairage n'importe par quel moyen, et à la commune la faculté d'assurer ce service au moyen de l'électricité en le concédant à un tiers dans le cas où la compagnie, dûment mise en demeure, refuserait de s'en charger aux conditions acceptées par ce dernier.

Mais les négociations engagées sans résultat entre la commune et la Compagnie du Gaz, antérieurement à la solution d'un litige portant sur l'étendue des obligations imposées à chacune des parties, ne sauraient être considérées comme constituant une mise en



Et il appartient aux tribunaux de fixer un délai d'option passé lequel la commune sera libérée vis-à-vis du concessionnaire du gaz. (Conseil de Préfecture de l'Aude, 30 décembre 1904, ville de Lézignan contre Compagnie départementale du Gaz; Conseil de Préfecture de Maine-et-Loire, 27 décembre 1905, Compagnie d'éclairage et de chauffage par le Gaz contre la ville d'Angers).

* * *

Ce droit d'option ou droit de préférence est d'ailleurs inscrit, plus ou moins explicitement dans un grand nombre de concessions de gaz.

Mais les conditions auxquelles ce droit de préférence peut s'exercer sont extrêmement variables.

Tantôt le contrat stipule que dans le cas où la ville voudrait adopter un nouveau système d'éclairage la Compagnie aura le droit de devenir concessionnaire de l'éclairage public et particulier par le nouveau système et qu'on adoptera alors un cahier des charges dont le contrat ne précise que les bases.

Dans un cas de ce genre le Conseil d'État (22 janvier 1904, Compagnie genevoise de l'Industrie du Gaz contre la ville de Menton) a ordonné une expertise à l'effet de rechercher si le cahier des charges présenté par la ville et que le concessionnaire refusait d'accepter, répondait ou non aux prévisions du traité de l'éclairage au gaz.

Tantôt le droit pour la ville d'adopter un nouveau mode d'éclairage et de mettre en demeure le concessionnaire d'exercer son option est subordonné à des conditions spéciales.

C'est ainsi que la ville de Caudry s'était réservé le droit de renoncer au gaz pour l'éclairage municipal s'il était découvert un autre mode d'éclairage dont la supériorité sur l'éclairage au gaz fût constatée par une expérimentation de deux ans et qui fût définitivement adoptée dans une ville de l'est ou du nord de la France comptant 20 000 habitants. Le Conseil d'État décida dans ce cas que l'expérimentation pendant deux ans de l'éclairage électrique pourrait être constatée dans une ville de même importance et se trouvant dans les mêmes conditions topographiques que la ville de Caudry (13 mars 1903, Compagnie française d'éclairage et de chauffage par le Gaz contre la ville de Caudry).

Mais le même arrêt a annulé la décision du Conseil de Préfecture qui avait considéré la condition de l'adoption définitive du nouvel éclairage dans une ville de 20 000 habitants, comme pouvant être remplie du fait de la simple approbation, donnée par la ville prise comme exemple, à un projet de remplacement du gaz par l'électricité.

Il l'a annulé également en ce que, considérant d'ores et déjà comme établie la supériorité de l'électricité sur le gaz quant au pouvoir éclairant, le Conseil de Préfecture avait décidé que la condition de supériorité prévue par le contrat serait remplie si l'éclairage électrique était aussi économique et pratique que l'éclairage au gaz, et avait restreint à l'examen de la question ainsi posée la mission des experts.

En ce qui concerne ces deux points à réformer, le Conseil d'Etat a décidé au contraire que les experts devront comparer l'éclairage électrique au gaz aux divers points de vue auxquels cette comparaison peut être utilement faite et donner leur avis sur la question de savoir si le premier de ces éclairages peut être considéré comme supérieur à l'autre; et qu'en outre ils devront rechercher si, en fait, l'éclairage électrique est appliqué d'une manière définitive demeure suffisante pour rendre définitif le traité d'éclairage électrique passé avec l'entrepreneur de ce nouvel éclairage.

Il y a donc lieu, en pareil cas, d'accorder à la commune un délai d'un mois pour mettre la Compagnie du Gaz en demeure de déclarer, avant l'expiration du mois suivant, si elle entend se charger du service de l'éclairage au moyen de l'électricité, dans les conditions du traité passé avec l'entrepreneur de l'éclairage électrique (*Bulletin des Usines électriques*, 1902-1903, p. 94; avec note de M. Sirey).

dans une ville ayant une population égale ou supérieure à 20 000 habitants.

Si la Compagnie du Gaz n'usait pas de son droit de préférence dans le délai à elle imparti soit par le contrat soit par le Conseil de Préfecture, quelle serait la sanction? Il appartiendrait au Conseil de Préfecture de la déclarer déchue de ce droit (Conseil d'État, 1er février 1907, Compagnie du Gaz contre ville de Figeac).

En résumé, sauf dans le cas très exceptionnel où un traité de concession aurait formellement interdit l'emploi d'un moyen d'éclairage autre que le gaz, aucune concession de gaz ne peut empêcher une ville d'organiser un service public de distribution d'énergie électrique, à condition que la préférence en soit offerte au concessionnaire du gaz.

(*A suivre.*)

FERNAND PAYEN,
Avocat à la Cour d'Appel.

PAUL WEISS,
Ingénieur en chef des Mines.

Décret du Ministre des Colonies rendant applicable en Afrique occidentale française le décret du 9 octobre 1907, relatif aux appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux.

RAPPORT

AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 11 janvier 1911.

Monsieur le Président.

Un décret du 11 octobre 1907 a rendu applicable en Afrique occidentale française la réglementation métropolitaine, contenue dans le décret du 30 avril 1880, concernant l'usage des appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des navires.

Cette réglementation, ayant toutefois cessé d'être en rapport avec la situation créée par les progrès de l'industrie mécanique, a fait l'objet de modifications assez profondes qui ont été consacrées par le décret du 9 octobre 1907.

M. le Gouverneur général de l'Afrique occidentale française estime qu'étant donné le développement sans cesse croissant des appareils à vapeur utilisés dans les colonies du groupe, il y aurait le plus grand intérêt à ce qu'elles fussent dotées de la législation remaniée actuellement en vigueur dans la métropole.

Je partage entièrement, à cet égard, la manière de voir de ce haut fonctionnaire et j'ai, en conséquence, l'honneur de soumettre à votre haute sanction le projet de décret ci-joint, rendant applicable en Afrique occidentale française le décret du 9 octobre 1907 sous réserve de quelques modifications secondaires imposées par les nécessités locales.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon profond respect.

Le Ministre des Colonies,
J. MOREL.

Le Président de la République française,

Vu le décret du 11 octobre 1907, appliquant en Afrique occidentale française le décret du 30 avril 1880, relatif à l'emploi dans la métropole des appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux;

Vu le décret du 9 octobre 1907, abrogeant le décret du 30 avril 1880 et soumettant les appareils à vapeur à une nouvelle réglementation;

Sur le rapport du Ministre des Colonies,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Est rendu applicable dans les colonies et territoires du Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, sous les réserves exprimées ci-après, le décret du 9 octobre 1907 relatif aux appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux.

ART. 2. — Le paragraphe 3 de l'article 2 est modifié ainsi qu'il suit :

« Toute chaudière introduite dans la colonie est éprouvée avant sa mise en service au lieu désigné par le destinataire dans sa demande. »

ART. 3. — L'article 38 est modifié ainsi qu'il suit :

« Le gouverneur général peut, sur le rapport des agents chargés de la surveillance des appareils à vapeur et l'avis du lieutenant-gouverneur, accorder dispense de tout ou partie des prescriptions du présent décret dans le cas où il serait reconnu que cette dispense ne peut avoir d'inconvénient. »

ART. 4. — Les attributions conférées au Ministre des Travaux publics par le décret sont dévolues au gouverneur général de l'Afrique occidentale française; les attributions conférées aux préfets seront remplies par le lieutenant-gouverneur; les attributions conférées aux ingénieurs des mines et à leurs agents seront exercées par les fonctionnaires chargés de la surveillance des appareils à vapeur en Afrique occidentale et désignés à cet effet par le gouverneur général.

ART. 5. — Un délai de six mois à partir de la promulgation du présent décret est accordé pour l'exécution des prescriptions relatives aux essais, aux examens, aux installations et à l'établissement des appareils à vapeur.

ART. 6. — Sont abrogées les dispositions du décret du 11 octobre 1907.

ART. 7. — Le Ministre des Colonies est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois* et au *Bulletin officiel* du Ministère des Colonies.

Fait à Paris, le 11 janvier 1911.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre des Colonies,
J. MOREL.

(*Journal officiel* du 21 janvier 1911.)

Arrêté du Ministre du Commerce et de l'Industrie nommant des rapporteurs techniques près le Comité consultatif des Arts et Manufactures.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Vu le décret du 18 octobre 1880, organisant près le Ministère du Commerce et de l'Industrie un Comité consultatif des Arts et Manufactures, et les décrets des 18 janvier 1907 et 17 octobre 1908;

Vu l'arrêté du 17 octobre 1908, déterminant les conditions de participation des rapporteurs techniques aux travaux dudit Comité.

Sur la proposition du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale.

Arrête :

Sont nommés, pour une nouvelle période de deux ans, à partir de la date du présent arrêté, rapporteurs techniques près le Comité consultatif des Arts et Manufactures :

MM.

Dumont (Georges), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail;

Le docteur Langlois, professeur agrégé de la Faculté de Médecine, membre de la Commission d'Hygiène industrielle;

V. Renard, secrétaire de la Fédération nationale ouvrière de l'industrie textile de France à Lille.

Paris, le 12 janvier 1911.

JEAN DUPUIS.

(*Journal officiel* du 18 janvier 1911.)

Décret du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale relatif à la codification des lois ouvrières (Livre Ier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale).

Le Président de la République française,

Vu la loi du 28 décembre 1910, portant codification des lois ouvrières (Livre Ier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), et notamment son article 2, ainsi conçu :

« Cette codification n'entrera en vigueur que lorsqu'un décret, rendu sur la proposition du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, aura effectué un nouveau numérotage de ses articles, en une série unique, et modifié corrélativement les références. Elle devra être publiée dans le mois de la promulgation de la présente loi »;

Sur la proposition du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Le numérotage des articles du Livre Ier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale, et les références auxdits articles sont modifiés conformément au texte annexé au présent décret.

ART. 2. — Les dispositions de la loi du 28 décembre 1910, portant codification des lois ouvrières (Livre Ier du Code du Travail et de la Prévoyance sociale), entreront en vigueur à dater de la publication du présent décret.

ART. 3. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française,

Fait à Paris, le 12 janvier 1911.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
L. LAFFERRE.

CODE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE.

LIVRE I. — DES CONVENTIONS RELATIVES AU TRAVAIL.

Titre I. — Du contrat d'apprentissage.

CHAPITRE I. — DE LA NATURE ET DE LA FORME DU CONTRAT.

ARTICLE PREMIER. — Le contrat d'apprentissage est celui par lequel un fabricant, un chef d'atelier ou un ouvrier s'oblige à enseigner la pratique de sa profession à une autre personne, qui s'oblige, en retour, à travailler pour lui; le tout à des conditions et pendant un temps convenus.

ART. 2. — Le contrat d'apprentissage est fait par acte public ou par acte sous seing privé.

Il peut aussi être fait verbalement, mais la preuve testimoniale n'en est reçue que conformément au titre du Code civil : « Des contrats ou des obligations conventionnelles en général ».

Les notaires, les secrétaires des conseils de prud'hommes et les greffiers de justice de paix peuvent recevoir l'acte d'apprentissage.

Cet acte est soumis, pour l'enregistrement, au droit fixe de 1,50 fr, lors même qu'il contiendrait des obligations de sommes ou valeurs mobilières ou des quittances.

Les honoraires dus aux officiers publics sont fixés à 2 fr.

ART. 3. — L'acte d'apprentissage contient :

1° Les nom, prénoms, âge, profession et domicile du maître;

2° Les nom, prénoms, âge et domicile de l'apprenti;

3° Les noms, prénoms, professions et domicile de ses père et mère, de son tuteur, ou de la personne autorisée par les parents et, à leur défaut, par le juge de paix;

4° La date et la durée du contrat;



5° Les conditions de logement, de nourriture, de prix et toutes autres arrêtées entre les parties.

Il doit être signé par le maître et par les représentants de l'apprenti.

CHAPITRE II. — DES CONDITIONS DU CONTRAT.

ART. 4. — Nul ne peut recevoir des apprentis mineurs s'il n'est âgé de vingt et un ans au moins.

ART. 5. — Aucun maître, s'il est célibataire, ou en état de veuvage, ou divorcé, ne peut loger, comme apprenties, des jeunes filles mineures.

ART. 6. — Sont incapables de recevoir des apprentis :

Les individus qui ont subi une condamnation pour crime;

Ceux qui ont été condamnés pour attentat aux mœurs;

Ceux qui ont été condamnés à plus de trois mois d'emprisonnement pour les délits prévus par les articles 388, 401, 405, 407, 408, 423 du Code pénal.

ART. 7. — L'incapacité résultant de l'article 6 peut être levée par le préfet, sur l'avis du maire, quand le condamné, après l'expiration de sa peine, a résidé pendant trois ans dans la même commune.

A Paris, les incapacités seront levées par le préfet de police.

CHAPITRE III. — DES DEVOIRS DES MAITRES ET DES APPRENTIS.

ART. 8. — Le maître doit se conduire envers l'apprenti en bon père de famille, surveiller sa conduite et ses mœurs, soit dans la maison, soit au dehors, et avertir ses parents ou leurs représentants des fautes graves qu'il pourrait commettre ou des penchants vicieux qu'il pourrait manifester.

Il doit aussi les prévenir sans retard, en cas de maladie, d'absence ou de tout fait de nature à motiver leur intervention.

Il n'emploiera l'apprenti, sauf conventions contraires, qu'aux travaux et services qui se rattachent à l'exercice de sa profession.

ART. 9. — Si l'apprenti âgé de moins de 16 ans ne sait pas lire, écrire et compter, ou s'il n'a pas encore terminé sa première éducation religieuse, le maître est tenu de lui laisser prendre, sur la journée de travail, le temps et la liberté nécessaires pour son instruction.

Néanmoins, ce temps ne peut excéder deux heures par jour.

ART. 10. — Le maître doit enseigner à l'apprenti, progressivement et complètement, l'art, le métier ou la profession spéciale qui fait l'objet du contrat.

Il lui délivrera, à la fin de l'apprentissage, un congé d'acquit ou certificat constatant l'exécution du contrat.

ART. 11. — L'apprenti doit à son maître fidélité, obéissance et respect; il doit l'aider, par son travail, dans la mesure de son aptitude et de ses forces.

Il est tenu de remplacer, à la fin de l'apprentissage, le temps qu'il n'a pu employer par suite de maladie ou d'absence ayant duré plus de 15 jours.

ART. 12. — Tout fabricant, chef d'atelier ou ouvrier, convaincu d'avoir détourné un apprenti de chez son maître, pour l'employer en qualité d'apprenti ou d'ouvrier, pourra être passible de tout ou partie de l'indemnité à prononcer au profit du maître abandonné.

CHAPITRE IV. — DE LA RÉSOLUTION DU CONTRAT.

ART. 13. — Les deux premiers mois de l'apprentissage sont considérés comme un temps d'essai pendant lequel le contrat peut être annulé par la seule volonté de l'une des parties. Dans ce cas, aucune indemnité ne sera allouée à l'une ou l'autre partie, à moins de conventions expresses.

ART. 14. — Le contrat d'apprentissage est résolu de plein droit :

1° Par la mort du maître ou de l'apprenti;

2° Si l'apprenti ou le maître est appelé au service militaire;

3° Si le maître ou l'apprenti vient à être frappé d'une des condamnations prévues en l'article 6 du présent titre;

4° Pour les filles mineures, dans le cas de divorce du maître, de décès de l'épouse du maître, ou de toute autre femme de la famille qui dirigeait la maison à l'époque du contrat.

ART. 15. — Le contrat peut être résolu sur la demande des parties ou de l'une d'elles :

1° Dans le cas où l'une des parties manquerait aux stipulations du contrat;

2° Pour cause d'infraction grave ou habituelle aux prescriptions du présent titre et des autres lois réglant les conditions du travail des apprentis;

3° Dans le cas d'inconduite habituelle de la part de l'apprenti;

4° Si le maître transporte sa résidence dans une autre commune que celle qu'il habitait lors de la convention;

Néanmoins, la demande en résolution du contrat fondée sur ce motif n'est recevable que pendant trois mois à compter du jour où le maître aura changé de résidence;

5° Si le maître ou l'apprenti encourait une condamnation emportant un emprisonnement de plus d'un mois;

6° Dans le cas où l'apprenti viendrait à contracter mariage.

ART. 16. — Si le temps convenu pour la durée de l'apprentissage dépasse le maximum de la durée consacrée par les usages locaux, ce temps peut être réduit ou le contrat résolu.

CHAPITRE V. — DE LA COMPÉTENCE.

ART. 17. — Les réclamations qui pourraient être dirigées contre les tiers en vertu de l'article 12 du présent titre seront portées devant le Conseil des prud'hommes ou devant le juge de paix du lieu de leur domicile.

ART. 18. — Dans les divers cas de résolution prévus au Chapitre IV, les indemnités ou les restitutions qui pourraient être dues à l'une ou à l'autre des parties seront, à défaut de stipulations expresses, réglées par le Conseil des prud'hommes ou par le juge de paix dans les cantons qui ne ressortissent point à la juridiction d'un Conseil de prud'hommes.

Titre II. — Du contrat du travail.

CHAPITRE I. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

ART. 19. — Le contrat de travail est soumis aux règles du droit commun et peut être constaté dans les formes qu'il convient aux parties contractantes d'adopter.

Le contrat de travail entre les chefs ou directeurs des établissements industriels ou commerciaux, des exploitations agricoles ou forestières, et leurs ouvriers, est exempt de timbre et d'enregistrement.

CHAPITRE II. — DU LOUAGE DE SERVICES.

Section I. — Conditions de validité et effets du louage de services.

§ I. — *Règles générales.*

ART. 20. — On ne peut engager ses services qu'à temps ou pour une entreprise déterminée.

ART. 21. — La durée du louage de services est, sauf preuve d'une convention contraire, réglée suivant l'usage des lieux

ART. 22. — L'engagement d'un ouvrier ne peut excéder un an, à moins qu'il ne soit contremaître, conducteur des autres ouvriers, ou qu'il n'ait un traitement et des conditions stipulés par un acte exprès.

ART. 23. — Le louage de services, fait sans détermination de durée, peut toujours cesser par la volonté d'une des parties contractantes.

Néanmoins, la résiliation du contrat par la volonté d'un seul des contractants peut donner lieu à des dommages-intérêts.

Pour la fixation de l'indemnité à allouer, le cas échéant, il est tenu compte des usages, de la nature des services engagés, du temps écoulé, des retenues opérées et des versements effectués en vue d'une pension de retraite, et, en général, de toutes les circonstances qui peuvent justifier l'existence et déterminer l'étendue du préjudice causé.

Les parties ne peuvent renoncer à l'avance au droit éventuel de demander des dommages-intérêts en vertu des dispositions ci-dessus.

Les contestations auxquelles pourra donner lieu l'application des paragraphes précédents, lorsqu'elles seront portées devant les tribunaux civils et devant les cours d'appel, seront instruites comme affaires sommaires et jugées d'urgence.

Art. 24. — Toute personne qui engage ses services peut, à l'expiration du contrat, exiger de celui à qui elle les a loués, sous peine de dommages-intérêts, un certificat contenant exclusivement la date de son entrée, celle de sa sortie et l'espèce de travail auquel elle a été employée.

Ce certificat est exempt de timbre et d'enregistrement.

§ II. — *Règles particulières aux réservistes et aux territoriaux appelés à faire une période d'instruction militaire.*

Art. 25. — En matière de louage de services, si un patron, un employé ou un ouvrier est appelé sous les drapeaux comme réserviste ou territorial pour une période obligatoire d'instruction militaire, le contrat de travail ne peut être rompu à cause de ce fait.

Art. 26. — Alors même que, pour une autre cause légitime, le contrat serait dénoncé par l'une des parties, la durée de la période militaire est exclue des délais impartis par l'usage pour la validité de la dénonciation, sauf toutefois dans le cas où le contrat de louage a pour objet une entreprise temporaire prenant fin pendant la période d'instruction militaire.

Art. 27. — En cas de violation des articles précédents par l'une des parties, la partie lésée a droit à des dommages-intérêts qui seront arbitrés par le juge conformément aux indications de l'article 23 du présent Livre.

Art. 28. — Toute stipulation contraire aux dispositions qui précèdent est nulle de plein droit.

§ III. — *Règles particulières aux femmes en couches.*

Art. 29. — La suspension du travail par la femme, pendant huit semaines consécutives, dans la période qui précède et suit l'accouchement, ne peut être une cause de rupture par l'employeur du contrat de louage de service, et ce à peine de dommages-intérêts au profit de la femme, Celle-ci devra avertir l'employeur du motif de son absence.

Toute convention contraire est nulle de plein droit.

L'assistance judiciaire sera de droit pour la femme devant la juridiction du premier degré.

Section II. — De l'engagement et des loyers des matelots et gens de l'équipage.

Art. 30. — Les règles particulières à l'engagement et aux loyers des matelots et gens de l'équipage sont contenues dans les articles 250 et suivants du Code de commerce et les lois spéciales.

Chapitre III. — Du louage d'industrie ou marché d'ouvrage

Art. 31. — Les règles particulières au louage d'industrie ou marché d'ouvrage sont contenues dans les articles 1787 et suivants du Code civil.

Chapitre IV. — Du marchandage.

Art. 32. — L'exploitation des ouvriers par des sous-entrepreneurs ou marchandage est interdite.

Les associations d'ouvriers qui n'ont point pour objet l'exploitation des ouvriers les uns par les autres ne sont point considérées comme marchandage.

Titre III. — Du salaire.

Chapitre I. — De la détermination du salaire.

Section I. — Des moyens de constater les conventions relatives aux salaires en matière de tissage, de bobinage, de coupe du velours de coton, de teinture, blanchiment et apprêts des étoffes.

§ I. — *Tissage et bobinage.*

Art. 33. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre des fils pour être tissés est tenu d'inscrire, au moment de la livraison, sur un livret spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains :

1° Le poids et la longueur de la chaîne;

2° Le poids de la trame et le nombre de fils de trame à introduire par unité de surface de tissu;

3° La longueur et la largeur de la pièce à fabriquer;

4° Le prix de façon, soit au mètre de tissu fabriqué, soit au mètre de longueur ou au kilogramme de la trame introduite dans le tissu.

Art. 34. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre des fils pour être bobinés, est tenu d'inscrire sur un livret spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains :

1° Le poids brut et le poids net de la matière à travailler;

2° Le numéro du fil;

3° Le prix de façon, soit au kilogramme de matière travaillée, soit au mètre de longueur de cette même matière.

Art. 35. — Le prix de façon sera indiqué en monnaie légale, sur le livret, par le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire.

Toute convention contraire sera mentionnée, par lui, sur le livret.

Art. 36. — L'ouvrage exécuté sera remis au fabricant, commissionnaire ou intermédiaire, de qui l'ouvrier a directement reçu la matière première.

Le compte de façon sera arrêté au moment de cette remise.

Toute convention contraire aux deux paragraphes précédents sera mentionnée sur le livret par le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire.

Art. 37. — Le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire inscrira sur un registre d'ordre toutes les mentions portées au livret spécial de l'ouvrier.

Art. 38. — Le fabricant, commissionnaire ou intermédiaire tiendra constamment exposés aux regards, dans le lieu où se règlent habituellement les comptes entre lui et l'ouvrier :

1° Les instruments nécessaires à la vérification des poids et mesures;

2° Un exemplaire des dispositions des articles 33 à 39, 100 et 101 du présent Livre en forme de placard.

Art. 39. — A l'égard des industries spéciales auxquelles serait inapplicable la fixation du prix de façon, soit au mètre de tissu fabriqué, soit au mètre de longueur de la trame introduite dans le tissu, ou bien soit au kilogramme de matière travaillée, soit au mètre de longueur de cette même matière, le pouvoir exécutif peut déterminer un autre mode, par des arrêtés en forme de règlements d'administration publique, après avoir pris l'avis des Chambres de commerce, des Chambres consultatives et des Conseils de prud'hommes et, à leur défaut, des Conseils de préfecture.

Il peut pareillement, par des arrêtés rendus en la même forme, étendre les dispositions de la présente section et des articles 100 et 101 aux industries qui se rattachent au tissage et au bobinage.

En l'un et l'autre cas, ces arrêtés seront soumis à la sanction législative dans les trois ans qui suivront leur promulgation.

§ II. — *Coupe du velours de coton, teinture, blanchiment et apprêts des étoffes.*

Art. 40. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre à un ouvrier une pièce de velours de coton pour être



coupée est tenu d'inscrire, au moment de la livraison, sur un livre spécial appartenant à l'ouvrier, et laissé entre ses mains :

1° Les longueur, largeur et poids de la pièce à couper;

2° Le prix de façon, au mètre de longueur.

ART. 41. — Tout fabricant, commissionnaire ou intermédiaire qui livre à un ouvrier une pièce d'étoffe pour être teinte, blanchie ou apprêtée, est tenu d'inscrire, au moment de la livraison, sur un livre spécial appartenant à l'ouvrier et laissé entre ses mains :

1° Les longueur, largeur et poids de la pièce à teindre, blanchir ou apprêter;

2° Le prix de façon, soit au mètre de longueur de la pièce, soit au kilogramme de son poids.

ART. 42. — Les articles 35, 36, 37, 38, 100 et 101 du présent Livre sont applicables à la coupe du velours de coton, ainsi qu'à la teinture, au blanchiment et à l'apprêt des étoffes.

CHAPITRE II. — DU PAYEMENT DES SALAIRES.

Section I. — Du mode de payement des salaires.

ART. 43. — Les salaires des ouvriers et employés doivent être payés en monnaie métallique ou fiduciaire ayant cours légal, nonobstant toute stipulation contraire, à peine de nullité.

ART. 44. — Les salaires des ouvriers du commerce et de l'industrie doivent être payés au moins deux fois par mois, à seize jours au plus d'intervalle; ceux des employés doivent être payés au moins une fois par mois.

Pour tout travail aux pièces dont l'exécution doit durer plus d'une quinzaine, les dates de payement peuvent être fixées de gré à gré; mais l'ouvrier doit recevoir des acomptes chaque quinzaine et être intégralement payé dans la quinzaine qui suit la livraison de l'ouvrage.

ART. 45. — Le payement ne peut être effectué un jour où l'ouvrier ou l'employé a droit au repos, soit en vertu de la loi, soit en vertu de la convention. Il ne peut avoir lieu dans les débits de boissons ou magasins de vente, sauf pour les personnes qui y sont occupées.

Section II. — Des privilèges et garanties de la créance de salaire.

ART. 46. — Les sommes dues aux entrepreneurs de tous les travaux ayant le caractère de travaux publics ne peuvent être frappées de saisie-arrêt, ni d'opposition au préjudice soit des ouvriers auxquels des salaires sont dus, soit des fournisseurs qui sont créanciers à raison de fournitures de matériaux et d'autres objets servant à la construction des ouvrages.

Les sommes dues aux ouvriers pour salaires sont payées de préférence à celles dues aux fournisseurs.

ART. 47. — La créance de salaire des gens de service, des ouvriers et commis est privilégiée sur les meubles et immeubles du débiteur, dans les conditions prévues :

1° Pour les gens de service, par l'article 2101, 4° du Code civil;

2° Pour les ouvriers et commis, par l'article 549 du Code de Commerce.

Peuvent, en outre, faire valoir une action directe ou des privilèges spéciaux :

1° Les maçons, charpentiers et autres ouvriers employés pour édifier, reconstruire ou réparer des bâtiments, canaux ou autres ouvrages quelconques, dans les conditions prévues par l'article 1798 du Code civil;

2° Les ouvriers qui ont travaillé soit à la récolte, soit à la fabrication ou à la réparation des ustensiles agricoles, soit à la conservation de la chose, dans les conditions prévues par l'article 2102, 1° et 3° du Code civil;

3° Les matelots et gens de l'équipage, dans les conditions prévues par les articles 191 et suivants, 271 et 272 du Code de Commerce;

4° Les ouvriers employés à la construction, à la réparation, à l'armement et à l'équipement du navire, dans les conditions prévues par l'article 191 du Code de Commerce.

ART. 48. — L'ouvrier détenteur de l'objet par lui ouvré peut exercer le droit de rétention dans les conditions prévues par l'article 570 du Code civil.

Les objets mobiliers confiés à un ouvrier pour être travaillés, façonnés, réparés ou nettoyés et qui n'auront pas été retirés dans le délai de deux ans pourront être vendus dans les conditions et formes déterminées par la loi du 31 décembre 1903, modifiée par celle du 7 mars 1905.

Section II. — De la prescription de l'action en payement du salaire.

ART. 49. — La prescription de l'action en payement du salaire est réglée par les articles 2271, 2272, 2274 et 2275 du Code civil, et 433 du Code de Commerce.

CHAPITRE III. — DES RETENUES SUR LE SALAIRE.

Section I. — Règles générales.

ART. 50. — Aucune compensation ne s'opère au profit des patrons entre le montant des salaires dus par eux à leurs ouvriers et les sommes qui leur seraient dues à eux-mêmes pour fournitures diverses, quelle qu'en soit la nature, à l'exception toutefois :

1° Des outils et instruments nécessaires au travail;

2° Des matières ou matériaux dont l'ouvrier a la charge et l'usage;

3° Des sommes avancées pour l'acquisition de ces mêmes objets.

ART. 51. — Tout patron qui fait une avance en espèces, en dehors du cas prévu par le paragraphe 3 de l'article précédent, ne peut se rembourser qu'au moyen de retenues successives ne dépassant pas le dixième du montant des salaires exigibles.

La retenue opérée de ce chef ne se confond ni avec la partie saisissable, ni avec la partie cessible déterminée à l'article 62.

Les acomptes sur un travail en cours ne sont pas considérés comme avances.

Les appointements visés à l'article 61 du présent Livre sont, pour l'application des règles contenues dans le présent article et dans l'article 50, assimilés aux salaires des ouvriers.

Section II. — Des règlements de comptes entre les maîtres d'atelier et les négociants.

ART. 52. — Tous les chefs d'atelier sont tenus de se pourvoir, au Conseil de prud'hommes, d'un double livre d'acquit, pour chacun des métiers qu'ils font travailler, dans la huitaine du jour où chacun de ces métiers commence à travailler.

Sur ce livre d'acquit, parafé et numéroté et qui ne peut leur être refusé, lors même qu'ils n'ont qu'un métier, sont inscrits les nom, prénoms et domicile du chef d'atelier.

ART. 53. — Il est tenu au Conseil des prud'hommes un registre sur lequel lesdits livres d'acquit sont inscrits; le chef d'atelier signe, s'il le sait, sur le registre et sur le livre d'acquit qui lui est délivré.

ART. 54. — Le chef d'atelier déposera le livre d'acquit du métier qu'il destine au négociant manufacturier entre ses mains et peut, s'il le désire, en exiger un récépissé.

ART. 55. — Lorsqu'un chef d'atelier cesse de travailler pour un négociant, il est tenu de faire noter sur le livre d'acquit, par ledit négociant, que le chef d'atelier a soldé son compte ou, dans le cas contraire, la déclaration du négociant spécifiera la dette dudit chef d'atelier.

ART. 56. — Le négociant possesseur du livre d'acquit le fera viser aux autres négociants occupant des métiers dans le même atelier, qui énonceront la somme due par le chef d'atelier, dans le cas où il est leur débiteur.

ART. 57. — Lorsque le chef d'atelier reste débiteur du négociant manufacturier pour lequel il a cessé de travailler, celui



qui veut lui donner de l'ouvrage fera la promesse de retenir la huitième partie du prix des façons dudit ouvrage en faveur du négociant dont la créance est la plus ancienne sur ledit registre, et ainsi successivement dans le cas où le chef d'atelier a cessé de travailler pour ledit négociant, du consentement de ce dernier ou pour cause légitime; dans le cas contraire, le négociant manufacturier qui veut occuper le chef d'atelier est tenu de solder celui qui est resté créancier en compte de matières, nonobstant toute dette antérieure, et le compte d'argent jusqu'à 500 fr.

Art. 58. — La date des dettes que les chefs d'atelier ont contractées avec les négociants qui les ont occupés est regardée comme certaine vis-à-vis des négociants et maîtres d'atelier seulement, et, à l'effet des dispositions portées à la présente section après l'apurement des comptes, l'inscription de la déclaration sur le livre d'acquit et le visa du bureau des prud'hommes.

Art. 59. — Lorsqu'un négociant manufacturier a donné de l'ouvrage à un chef d'atelier dépourvu de livre d'acquit pour le métier que le négociant veut occuper, il sera condamné à payer comptant tout ce que ledit chef d'atelier pourrait devoir en compte de matières et en compte d'argent jusqu'à 500 fr.

Art. 60. — Les déclarations ci-dessus prescrites seront portées par le négociant manufacturier sur le livre d'acquit resté entre les mains du chef d'atelier, comme sur le sien.

Chapitre IV. — De la saisie-arrêt et de la cession des salaires et petits traitements.

Section I. — Règles générales.

I. — *Limitation de la saisie-arrêt et de la cession.*

Art. 61. — Les salaires des ouvriers et gens de service ne sont saisissables que jusqu'à concurrence du dixième, quel que soit le montant de ces salaires.

Les appointements ou traitements des employés ou commis et des fonctionnaires ne sont également saisissables que jusqu'à concurrence du dixième lorsqu'il ne dépassent pas 2000 fr par an.

Art. 62. — Les salaires, appointements et traitements visés par l'article 61 ne peuvent être cédés que jusqu'à concurrence d'un autre dixième.

Art. 63. — Les cessions et saisies faites pour le payement des dettes alimentaires prévues par les articles 203, 205, 206, 207, 214 et 349 du Code civil ne sont pas soumises aux restrictions qui précèdent.

II. — *Procédure de la saisie-arrêt.*

Art. 64. — La saisie-arrêt sur les salaires et les appointements ou traitements ne dépassant pas annuellement 2000 fr, dont il s'agit à l'article 61, ne peut être pratiquée, s'il y a titre, que sur le visa du greffier de la justice de paix du domicile du débiteur saisi.

S'il n'y a point de titre, la saisie-arrêt ne peut être pratiquée qu'en vertu de l'autorisation du juge de paix du domicile du débiteur saisi. Toutefois avant d'accorder l'autorisation, le juge de paix peut, si les parties n'ont déjà été appelées en conciliation, convoquer devant lui, par simple avertissement, le créancier et le débiteur; s'il intervient un arrangement, il en sera tenu note par le greffier sur un registre spécial exigé par l'article 72 du présent Livre.

L'exploit de saisie-arrêt contiendra en tête l'extrait du titre, s'il y en a un, ainsi que la copie du visa et, à défaut de titre, copie de l'autorisation du juge.

L'exploit sera signifié au tiers saisi ou à son représentant préposé au payement des salaires ou traitements, dans le lieu où travaille le débiteur saisi.

Art. 65. — L'autorisation accordée par le juge évaluera ou énoncera la somme pour laquelle la saisie-arrêt sera formée.

Le débiteur peut toucher du tiers saisi la portion non saisissable de ses salaires, gages ou appointements.

Une seule saisie-arrêt doit être autorisée par le juge. S'il survient d'autres créanciers, leur déclaration signée et déclarée sincère par eux et contenant toutes les pièces de nature à mettre le juge à même de faire l'évaluation de la créance sera inscrite par le greffier sur le registre exigé par l'article 72. Le greffier se bornera à en donner avis dans les quarante-huit heures au débiteur saisi et au tiers saisi par lettre recommandée qui vaudra opposition.

Art. 66. — L'huissier saisissant est tenu de faire parvenir au juge de paix, dans le délai de huit jours à dater de la saisie, l'original de l'exploit, sous peine d'une amende de 10 fr qui sera prononcée par le juge de paix en audience publique.

Art. 67. — Tout créancier saisissant, le débiteur et le tiers saisi peuvent requérir la convocation des intéressés devant le juge de paix du débiteur saisi par une déclaration consignée sur le registre spécial prévu en l'article 72.

Dans les quarante-huit heures de cette réquisition, le greffier adressera : premièrement au saisi, deuxièmement au tiers saisi, troisièmement à tous autres créanciers opposants, un avertissement recommandé à comparaître devant le juge de paix à l'audience que celui-ci aura fixée.

A cette audience ou à toute autre fixée par lui, le juge de paix prononçant sans appel dans la limite de sa compétence et à charge d'appel à quelque valeur que la demande puisse s'élever, statuera sur la validité, la nullité ou la mainlevée de la saisie, ainsi que sur la déclaration affirmative que le tiers saisi sera tenu de faire audience tenante.

Le tiers saisi qui ne comparaîtra pas, ou qui ne fera pas sa déclaration ainsi qu'il est dit ci-dessus, sera déclaré débiteur pur et simple des retenues non opérées et condamné aux frais par lui occasionnés.

Art. 68. — Si le jugement est rendu par défaut, avis de ces dispositions sera transmis par le greffier à la partie défaillante, par lettre recommandée, dans les cinq jours du prononcé.

L'opposition, qui ne sera recevable que dans les huit jours de la date de la lettre, consistera dans une déclaration à faire au greffe de la justice de paix, sur le registre prescrit par l'article 72.

Toutes parties intéressées seront prévenues, par lettre recommandée du greffier, pour la plus prochaine audience utile. Le jugement qui interviendra sera réputé contradictoire. L'appel relevé contre le jugement contradictoire sera formé dans les dix jours du prononcé du jugement, et, dans le cas où il aurait été rendu par défaut, du jour de l'expiration des délais d'opposition, sans que, dans le cas du jugement contradictoire, il soit besoin de le signifier.

Art. 69. — Après l'expiration des délais de recours, le juge de paix peut surseoir à la convocation des parties intéressées tant que la somme à distribuer n'atteint pas, d'après la déclaration du tiers saisi et déduction faite des frais à prélever et des créances privilégiées, un chiffre suffisant pour distribuer aux créanciers connus un dividende de 20 pour 100 au moins. S'il y a somme suffisante et si les parties ne se sont pas amiablement entendues pour la répartition, le juge procédera à la distribution entre les ayants droit. Il établira son état de répartition sur le registre prescrit par l'article 72. Une copie de cet état, signé du juge et du greffier, indiquant le montant des frais à prélever, le montant des créances privilégiées, s'il en existe, et le montant des sommes attribuées dans la répartition à chaque ayant droit, sera transmise par le greffier, par lettre recommandée, au débiteur saisi et à chaque créancier colloqué.

Ces derniers ont une action directe contre le tiers saisi en payement de leur collocation. Les ayants droit aux frais et aux collocations utiles donneront quittance en marge de l'état de répartition remis au tiers saisi qui se trouvera libéré d'autant.

Art. 70. — Les effets de la saisie-arrêt, les oppositions consignées par le greffier sur le registre spécial, subsisteront jusqu'à complète libération du débiteur.

Art. 71. — Les frais de saisie-arrêt et de distribution sont à la charge du débiteur saisi. Ils seront prélevés sur la somme à distribuer.



Tous frais de contestation jugée mal fondée seront mis à charge de la partie qui aura succombé.

ART. 72. — Pour l'exécution des dispositions de la présente Section, il sera tenu au greffe de chaque justice de paix un registre sur papier non timbré qui sera coté et paraphé par le juge de paix et sur lequel seront inscrits :

1° Les visas ou ordonnances autorisant la saisie-arrêt;
2° Le dépôt de l'exploit;
3° La réquisition de la convocation des parties;
4° Les arrangements intervenus;
5° Les interventions des autres créanciers;
6° La déclaration faite par le tiers saisi;
7° La mention des avertissements ou lettres recommandées transmises aux parties;
8° Les décisions du juge de paix;
9° La répartition établie entre les ayants droit.

ART. 73. — Tous les actes, décisions et formalités auxquels donne lieu l'exécution des articles 50 et 51 du présent Livre et des dispositions de la présente Section sont, quelle qu'en soit la nature, rédigés sur papier non timbré et enregistrés gratis.

Un décret détermine les émoluments à allouer aux greffiers pour l'envoi des lettres recommandées et pour dressé de tous extraits et copies d'états de répartition.

Section II. — Règles particulières aux salaires des marins.

ART. 74. — Les salaires des marins sont incessibles et insaisissables, sauf les exceptions prévues par la législation spéciale en vigueur.

CHAPITRE V. — DES ÉCONOMATS.

ART. 75. — Il est interdit à tout employeur : 1° d'annexer à son établissement un économat où il vende, directement ou indirectement, à ses ouvriers et employés ou à leurs familles, des denrées et marchandises de quelque nature que ce soit; 2° d'imposer à ses ouvriers et employés l'obligation de dépenser eur salaire, en totalité ou en partie, dans des magasins indiqués par lui.

Cette interdiction ne s'étend pas au contrat de travail, si ce contrat stipule que l'ouvrier sera logé et nourri et recevra, en outre, un salaire déterminé en argent ou si, pour l'exécution, de ce contrat, l'employeur cède à l'ouvrier des fournitures à prix coûtant.

ART. 76. — Tout économat doit être supprimé dans un délai de deux ans à dater du 25 mars 1910.

ART. 77. — Les économats des réseaux de chemins de fer, qui sont placés sous le contrôle de l'Etat, ne sont pas régis par les dispositions des articles 75 et 76, sous la triple réserve : 1° que le personnel ne soit pas obligé de se fournir à l'économat; 2° que la vente des denrées et marchandises ne rapporte à l'employeur aucun bénéfice; 3° que l'économat soit géré sous le contrôle d'une commission composée, pour un tiers au moins, de délégués élus par les ouvriers et employés du réseau.

Toutefois, le Ministre des Travaux publics fera, cinq ans après le 25 mars 1910, procéder, dans les formes fixées par arrêté ministériel, à une consultation du personnel sur la suppression ou le maintien de l'économat de chaque réseau. Ce referendum sera renouvelé à l'expiration de chaque période de cinq ans.

Les mêmes régies s'appliqueront aux économats annexés aux établissements industriels dépendant de sociétés dans lesquelles le capital appartient, en majorité, aux ouvriers et employés, retraités ou non, de l'entreprise et dont les assemblées générales seront statutairement composées, en majorité, des mêmes éléments.

CHAPITRE VI. — DU SALAIRE DE LA FEMME MARIÉE.

ART. 78. — Les droits de la femme mariée sur les produits de son travail personnel et les économies en provenant sont déterminés par la loi du 13 juillet 1907 relative au libre salaire de la femme mariée et à la contribution des époux aux charges du mariage.

Titre IV. — Du placement des travailleurs.

CHAPITRE I. — DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

ART. 79. — L'autorité municipale surveille les bureaux de placement pour y assurer le maintien de l'ordre, les prescriptions de l'hygiène et la loyauté de la gestion. Elle prend les arrêtés nécessaires à cet effet.

ART. 80. — Les pouvoirs conférés par le présent titre à l'autorité municipale seront exercés par le préfet de police pour Paris et le ressort de sa préfecture et par le préfet du Rhône pour Lyon et les autres communes dans lesquelles il remplit les fonctions qui lui sont attribuées par la loi du 24 juin 1851.

ART. 81. — Aucun hôtelier, logeur, restaurateur ou débitant de boissons ne peut joindre à son établissement la tenue d'un bureau de placement.

ART. 82. — Les bureaux de nourrices ne sont pas soumis aux prescriptions du présent titre.

Les bureaux de nourrices restent soumis aux dispositions de la loi du 23 décembre 1874 relative à la protection des enfants du premier âge.

CHAPITRE II. — DU PLACEMENT GRATUIT.

ART. 83. — Les bureaux de placement gratuit créés par les municipalités, par les syndicats professionnels ouvriers, patronaux ou mixtes, les bourses du travail, les compagnonnages, les sociétés de secours mutuels et toutes autres associations légalement constituées ne sont soumis à aucune autorisation.

ART. 84. — Les bureaux de placement énumérés à l'article précédent, sauf ceux qui sont créés par les municipalités, sont astreints au dépôt d'une déclaration préalable effectuée à la mairie de la commune où ils sont établis. La déclaration devra être renouvelée à tout changement de local du bureau.

ART. 85. — Dans chaque commune, un registre constatant les offres et demandes de travail et d'emplois devra être ouvert à la mairie et mis gratuitement à la disposition du public. A ce registre sera joint un répertoire où seront classées les notices individuelles que les demandeurs de travail pourront librement joindre à leur demande. Les communes comptant plus de 10000 habitants seront tenues de créer un bureau municipal.

ART. 86. — Sont exemptées du droit de timbre les affiches, imprimées ou non, concernant exclusivement les offres et demandes de travail et d'emplois et apposées par les bureaux de placement gratuits énumérés dans l'article 83.

ART. 87. — Il est interdit à tout gérant ou employé de bureau de placement gratuit de percevoir une rétribution quelconque à l'occasion du placement d'un ouvrier ou employé.

CHAPITRE III. — DES BUREAUX DE PLACEMENT PAYANTS.

Section I. — De l'autorisation des bureaux.

ART. 88. — Nul ne peut tenir un bureau de placement, sous quelque titre et pour quelques professions, places ou emplois que ce soit, sans une permission spéciale délivrée par l'autorité municipale, et qui ne peut être accordée qu'à des personnes d'une moralité reconnue.

ART. 89. — La demande à fin de permission doit contenir les conditions auxquelles le requérant se propose d'exercer son industrie.

Il est tenu de se conformer à ces conditions et aux dispositions réglementaires qui seraient prises en vertu de l'article 79 et de l'article 90 du présent titre.

ART. 90. — L'autorité municipale règle le tarif des droits qui peuvent être perçus par le gérant.

Art. 91. — Les frais de placement touchés dans les bureaux maintenus à titre payant sont entièrement supportés par les employeurs sans qu'aucune rétribution puisse être reçue des employés.

Art. 92. — L'autorité municipale peut retirer la permission :

1° Aux individus qui auraient encouru ou viendraient à encourir une des condamnations prévues par l'article 15, paragraphes 1, 3, 4, 5, 6, 14 et 15, et par l'article 16 du décret du 2 février 1852;

2° A ceux qui seraient condamnés à l'emprisonnement pour contravention aux dispositions du présent titre ou aux arrêtés pris en vertu des articles 79 et 90.

Art. 93. — Les retraits de permission et les règlements émanés de l'autorité municipale, en vertu des articles 90 et 92, ne sont exécutoires qu'après l'approbation du préfet.

Section II. — De la suppression des bureaux.

Art. 94. — Un arrêté pris à la suite d'une délibération du conseil municipal peut rapporter les autorisations données en vertu de la section précédente.

Le bureau devenu vacant par le décès du titulaire, ou pour toute autre cause, avant l'arrêté de suppression, pourra être transmis ou cédé.

Art. 95. — Les bureaux faisant le placement pour une même profession déterminée devront être supprimés tous à la fois par un même arrêté municipal.

Art. 96. — Les bureaux créés en vertu d'une autorisation postérieure au 17 mars 1904 n'ont droit, en cas de suppression, à aucune indemnité.

Art. 97. — Les bureaux autorisés au 17 mars 1904 ne peuvent être supprimés que moyennant une juste indemnité représentant le prix de vente de l'office, indemnité qui, à défaut d'entente, sera fixée par le Conseil de préfecture.

En cas de décès du titulaire avant l'arrêté de suppression, l'indemnité sera due aux ayants droit et leur sera payée lorsque l'arrêté aura été pris.

Les indemnités aux tenanciers des bureaux de placement seront à la charge des communes seules.

Art. 98. — Les dispositions de la présente section et des articles 81 et 91 ne sont pas applicables aux agences lyriques, agences pour cirques et music-halls.

Titre V. — Des pénalités.

Art. 99. — Toute contravention aux articles 4, 5, 6 et 9 du présent Livre sera poursuivie devant le tribunal de police et punie d'une amende de 5 fr à 15 fr.

Pour les contraventions aux articles 4, 5 et 9 du présent Livre le tribunal de police pourra, dans le cas de récidive, prononcer, outre l'amende, un emprisonnement d'un à cinq jours.

En cas de récidive, la contravention à l'article 6 sera poursuivi devant les tribunaux correctionnels et punie d'un emprisonnement de quinze jours à trois mois, sans préjudice d'une amende qui pourra s'élever de 50 fr à 300 fr.

Art. 100. — Seront punies d'une amende de 11 fr à 15 fr :

1° Les contraventions aux articles 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41 et 42 du présent Livre;

2° Les contraventions à la disposition finale de l'article 36 et aux arrêtés pris en exécution de l'article 39.

Il sera prononcé autant d'amendes qu'il aura été commis de contraventions distinctes.

Art. 101. — Si dans les douze mois qui ont précédé la contravention, le contrevenant a encouru une condamnation par l'application de l'article précédent, le tribunal peut ordonner l'insertion du nouveau jugement dans un journal de la localité, aux frais du condamné.

Art. 102. — Toute infraction, soit aux règlements faits en vertu des articles 79 et 90, soit aux prescriptions des articles 81, 87, 88, 89, paragraphes 2, 91, sera punie d'une amende de 16 fr à 100 fr et d'un emprisonnement de six jours à un mois, ou de l'une de ces peines seulement.

Le maximum des deux peines sera toujours appliqué au délinquant lorsqu'il aura été prononcé contre lui, dans les douze mois précédents, une première condamnation pour infractions aux articles 81, 87, 88, 89, paragraphe 2, 91 et aux règlements pris en vertu de l'article 90.

Tout tenancier, gérant, employé d'un bureau clandestin sera puni des peines portées au présent article.

Ces peines sont indépendantes des restitutions et des dommages-intérêts auxquels pourront donner lieu les faits incriminés.

Art. 103. — Toute exploitation de l'ouvrier par voie de marchandage sera punie d'une amende de 50 fr à 100 fr pour la première fois; de 100 fr à 200 fr en cas de récidive, et, s'il y avait double récidive, d'un emprisonnement qui pourrait aller d'un à six mois.

Le produit des amendes sera destiné à secourir les invalides du travail.

Art. 104. — Sans préjudice de la responsabilité civile, toute contravention aux prescriptions des articles 43, 44, 45 du present Livre sera poursuivie devant le tribunal de simple police et punie d'une amende de 5 fr à 15 fr.

Art. 105. — Toute infraction aux articles 75, 76, 77 sera passible d'une amende de 50 fr à 2000 fr qui pourra être portée à 5000 fr en cas de récidive.

Art. 106. — L'article 463 du Code pénal est applicable aux infractions prévues aux articles 99, 102, 104 et 105.

La loi du 26 mars 1891 est applicable aux infractions prévues aux articles 102 à 105.

Art. 107. — Les inspecteurs du travail sont chargés, concurremment avec les officiers de police judiciaire, d'assurer l'exécution des articles 75, 76, 77 et, en ce qui concerne le commerce et l'industrie, des articles 43, 44, 45 du présent Livre.

Les contraventions auxdits articles sont constatées dans les conditions indiquées par l'article 20 de la loi du 2 novembre 1892.

(*Journal officiel* du 18 janvier 1911.)

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes nommant le Secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique.

Aux termes d'un arrêté du 18 janvier 1911, M. Gilles-Cardin, ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, à Paris, est nommé secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie électrique, pour les années 1911 et 1912, en remplacement de M. l'ingénieur en chef Blondel, qui est relevé, sur sa demande, desdites fonctions.

(*Journal officiel* du 20 janvier 1911).

Arrêté préfectoral relatif à la publication des rôles des droits d'épreuve ou de vérification des appareils à vapeur et des récipients de gaz comprimés ou liquéfiés pour les deuxième et troisième trimestres de l'année 1910.

Le Sénateur, préfet du département de la Seine,

Vu la loi du 19 juillet 1909, qui règle les contributions directes de toute nature à percevoir pour 1910;

Vu la loi du 30 décembre 1909, autorisant (art. 4) la perception desdites contributions;

Vu la loi du 18 juillet 1892, notamment les articles 6 et 7, relatifs aux droits à percevoir pour les épreuves des appareils à vapeur;

Vu la loi du 13 avril 1898 (art. 9);

Vu les lois, règlements et instructions sur la rédaction et la publication des rôles,



Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Les rôles pour les 2e et 3e trimestres de l'année 1910 des droits d'épreuve des appareils à vapeur, rendus exécutoires le 23 janvier courant, sont publiés à la date de ce jour, 29 janvier 1911.

ART. 2. — Les contribuables qui se croiront imposés à tort ou surtaxés pourront réclamer contre les taxes auxquelles ils sont assujettis, par voie de réclamations individuelles adressées au préfet dans les trois mois de ladite publication, c'est-à-dire avant le 2 mai prochain. Après l'expiration de ce délai, les réclamations ne seront plus recevables, sauf dans les cas de faux ou double emploi, où le délai ne prend fin que trois mois après que le contribuable a eu connaissance des poursuites officiellement dirigées contre lui par le percepteur pour le recouvrement de la cote indûment imposée.

ART. 3. — Les réclamations doivent, si elles ont pour objet une cote égale ou supérieure à 30 fr, être écrites sur papier timbré.

ART. 4. — Conformément à l'article 17 de la loi du 13 juillet 1903 les réclamations adressées au Préfet devront mentionner à peine de non-recevabilité :

1° La contribution à laquelle elle s'applique;

2° A défaut de la production de l'avertissement ou de l'extrait du rôle, le numéro de l'article du rôle dans lequel figure cette contribution;

3° L'objet de la réclamation et l'exposé sommaire des motifs de nature à la justifier.

Aux termes du même article, nul n'est admis à introduire ou à soutenir une réclamation pour autrui s'il ne justifie d'un mandat régulier. Le mandat doit être, à peine de nullité, écrit sur papier timbré et enregistré, à moins que la demande à laquelle il s'applique n'ait pour objet une cote inférieure à 30 fr. Il doit, sous la même sanction, être produit en même temps que la réclamation, lorsque celle-ci est introduite par le mandataire.

Les frais de timbre et d'enregistrement du mandat sont, comme les frais de timbre de la demande, remboursés aux intéressés, lorsque les demandes sont reconnues fondées.

ART. 5. — Aux termes de l'article 7 de la loi du 18 juillet 1892 le montant intégral desdits droits sera exigible, en une seule fois, dans les 15 jours de la publication des rôles.

Fait à Paris, le 29 janvier 1911.

J. DE SELVES.

Par le Préfet :
Le Secrétaire général de la Préfecture,
ARMAND BERNARD.

(*Bulletin municipal officiel* du 30 janvier 1911.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Compagnie des Tramways contre Société lilloise d'Électricité [1].

SOMMAIRE. — I. *Il n'y a aucune contradiction entre les motifs de l'arrêt d'une Cour d'appel, où il est déclaré que la vente, par une Compagnie de tramways, des excédents d'énergie dépassant les besoins de ses services, constitue un accessoire licite de son exploitation, et que,* ce qui est interdit, c'est la vente de force produite sans nécessité dans un but de spéculation et uniquement pour être vendue à des particuliers, *et le dispositif dans lequel il est fait défense à ladite Compagnie de continuer la vente de ses prétendus excédents d'énergie et de faire tout commerce d'électricité; l'arrêt, n'ayant entendu parler évidemment que des quantités que la Compagnie voulait faire passer pour des excédents normaux, et dont la vente constituait un véritable commerce.*

II. *Si les tribunaux civils sont incompétents pour interpréter des actes administratifs, ils peuvent, au contraire, en faire l'application, quand leurs dispositions ne présentent aucune ambiguïté.*

Il en est ainsi, spécialement, lorsque, en présence d'un arrêté préfectoral ayant autorisé une Compagnie de tramways à vendre aux particuliers, sans aucune augmentation de son outillage, les excédents d'énergie électrique qu'elle n'employait pas pour les besoins de son réseau, il s'agissait uniquement de savoir si, dans l'espèce, par les ventes qu'elle avait faites, la Compagnie des tramways avait enfreint les prescriptions claires et précises de cet arrêté et fait à la société concessionnaire du service de l'éclairage électrique et de la distribution de la force motrice par l'électricité, une concurrence illicite.

En conséquence, en décidant, en fait, que la Compagnie des tramways avait installé de nouvelles machines produisant moitié plus d'énergie que n'en exigeait son service de transports dans la période la plus intense, et qu'elle avait ainsi organisé, dans un but de spéculation, un trafic habituel et réglé d'électricité, l'arrêt de la Cour d'appel n'a fait que constater des faits accomplis en dehors des conditions prévues par l'arrêté préfectoral autorisant la Compagnie des tramways, et tirer, de ces faits, leurs conséquences juridiques, sans empiéter nullement sur le domaine administratif, ni violer, par suite, les règles de la compétence.

NOTE.

L'arrêt de la Cour de cassation, dans l'affaire de la Compagnie des tramways de Lille, offre une très grande importance pour toutes les sociétés concessionnaires de services de distribution d'électricité, établies dans les villes où se trouvent fonctionner des réseaux de tramways.

En effet, il est d'usage que les arrêtés préfectoraux relatifs aux concessions de tramways autorisent les compagnies concessionnaires à vendre leurs excédents d'énergie; d'où, pour les compagnies concessionnaires de services urbains de distribution d'électricité, une concurrence, sinon pour l'éclairage qui leur est généralement garanti par un monopole, du moins pour la force motrice et les autres usages du courant électrique. Cette concurrence, déjà redoutable par elle-même, quand les tramways ne font que disposer d'excédents au moment où le service n'atteint pas toute son intensité, peut devenir extrêmement préjudiciable pour les sociétés concessionnaires de services de distribution d'électricité lorsque les Compagnies de tramways augmentent leur matériel de production d'énergie, de telle sorte qu'elles distribuent du courant aux particuliers pour les usages industriels à toute époque de l'année et même à toute heure de la journée. Il est facile de comprendre que le danger de cette concurrence vient de ce que les compagnies de tramways n'ont pas à supporter les charges imposées aux sociétés concessionnaires de services urbains d'éclairage, notamment pour l'éclairage public, et qu'elles peuvent, trouvant déjà une rémunération suffisante dans l'exploitation des tramways, consentir des tarifs très peu élevés pour la distribution du courant aux particuliers.

Il est donc particulièrement intéressant pour les sociétés concessionnaires d'éclairage et de force motrice de se trouver armées contre les abus de concurrence que pourraient commettre les compagnies de tramways.

Cette arme de défense, elles la trouveront désormais dans la jurisprudence de la Cour de cassation dont l'arrêt que nous rapportons aujourd'hui, est venu confirmer la décision de la Cour d'appel de Douai condamnant cet abus de concurrence.

(1) Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'électricité ont reçu le texte de cet arrêt dans la Circulaire n° 96.

Il y a lieu d'observer que la concurrence pour la distribution du courant pour la force motrice et les autres usages industriels ne peut être poursuivie, du moins lorsque cet usage du courant n'a pas été l'objet, de la part de la ville concédante, d'une concession de monopole (dont la légalité a d'ailleurs été contestée par certains auteurs) par les mêmes moyens que la concurrence faite à un service d'éclairage public et privé. En effet, si le concessionnaire peut, aux termes d'une jurisprudence constante, rendre responsable la ville dont il tient sa concession, des concurrences d'éclairage par elle autorisées ou tolérées sur le territoire compris dans la concession, il ne saurait plus en être de même dans le cas d'une concurrence pour la force motrice et les autres usages industriels non monopolisés. Il est bien évident que, dans ce dernier cas, la ville n'ayant pas concédé de privilège, ne saurait être rendue responsable de la concurrence, alors surtout qu'elle est organisée grâce à l'abus d'une autorisation donnée par l'Administration supérieure.

D'autre part, la Compagnie des tramways, qui n'a pas été partie non plus aux conventions intervenues entre la société concessionnaire du service de l'éclairage et de la force motrice par l'électricité ne saurait être tenue, en principe, de respecter ces conventions.

Comment, dans ces conditions, pourra s'y prendre la société concessionnaire du service de l'éclairage et de la force motrice pour faire cesser la concurrence dont elle souffre?

Nous venons de dire qu'en principe la Compagnie de tramways n'était pas tenue de respecter les conventions intervenues entre l'Administration municipale et la Compagnie concessionnaire municipale du service de l'éclairage et de la force motrice: mais il ne doit pas s'ensuivre qu'elle puisse faire concurrence à cette dernière sans risquer, en aucun cas, d'être, de sa part, l'objet d'une poursuite.

La concurrence, en effet, si elle doit être libre, conformément au principe de la liberté du commerce et de l'industrie, peut être poursuivie, lorsqu'elle est exercée à l'aide de moyens illicites ou déloyaux, par ceux qui en éprouvent un préjudice. On dit alors qu'il y a « concurrence illicite » ou « concurrence déloyale ».

Laissons de côté la concurrence déloyale qui suppose, de la part du concurrent, la fraude et la mauvaise foi, et retenons que la concurrence, sans être déloyale, peut être poursuivie civilement comme simplement « illicite », lorsqu'elle est exercée au moyen d'une infraction à la loi ou aux règlements.

Ainsi peut-il en être, par exemple, dans le cas d'une concurrence organisée par une société vendant du courant électrique, si son commerce du courant s'exerce, soit grâce à une infraction aux règlements prescrivant pour la pose de ses canalisations une autorisation administrative dont elle ne s'est pas munie, soit au moyen d'un abus de l'autorisation qui lui a été donnée, et dont elle a dépassé les limites ou n'a pas observé les prescriptions.

Avant le procès intenté par la Société lilloise d'Électricité contre la Compagnie des Tramways électriques de Lille, il n'y avait guère d'exemple de poursuite civile intentée pour concurrence illicite de distribution d'électricité. Cependant on peut se souvenir du procès intenté par la Compagnie du gaz de Saint-Amand à la Compagnie d'électricité de cette ville, procès qui ne fut, d'ailleurs, qu'un épisode de la lutte, jadis célèbre, qu'elle eut à soutenir contre cette dernière.

L'action en concurrence illicite avait été portée par la Compagnie du gaz, d'abord devant le tribunal de Saint-Amand, puis devant la Cour d'appel de Bourges et enfin devant la Cour de cassation, la Compagnie du gaz se plaignant que la Société d'électricité, pour lui faire une concurrence d'éclairage, utilisait des installations établies sur les voies publiques sans autorisation régulière de l'Administration. Mais comme, dans l'espèce, l'installation irrégulière de la Société électrique se trouvait constituer une contravention de voirie et que celle-ci était prescrite au moment où la Compagnie du gaz avait introduit son action, cette action a finalement été rejetée (*voir* Cour d'appel de Bourges, 14 juin 1899, et Cassation, 18 juin 1901, dans les *Circulaires du Syndicat*, nos 36, et 41).

Il faut remarquer que l'action poursuivie par une société concessionnaire municipale du service de l'éclairage public et privé et de la force motrice, pour faire cesser la concurrence illicite que lui fait une autre entreprise, doit être portée, non devant le Conseil de préfecture mais devant les tribunaux ordinaires, la juridiction administrative n'étant pas compétente pour statuer sur une demande de ce genre. C'est ainsi que la Compagnie du gaz de Saint-Amand qui, avant de poursuivre la Compagnie d'électricité devant le tribunal de Bourges à raison de sa concurrence illicite, avait déjà réclamé des dommages-intérêts à cette société devant le Conseil d'État au cours d'une instance engagée contre la ville de Saint-Amand, avait vu cette première demande rejetée par les motifs suivants :

« Considérant, dit l'arrêt du Conseil d'État du 30 janvier 1897, que s'il appartenait à la juridiction administrative en vertu des dispositions de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII, de statuer sur les contestations auxquelles peut donner naissance l'existence du marché intervenu d'éclairage public entre la ville de Saint-Amand et la Compagnie du gaz son concessionnaire, elle n'a pas compétence pour connaître des conclusions dirigées par ce concessionnaire contre des tiers à raison des atteintes qui auraient pu être portées à ses droits : qu'ainsi la requête de la Compagnie du gaz, en tant qu'elle a pour objet la condamnation de la Société d'électricité en payement de dommages-intérêts, doit être rejetée comme non recevable.... » (*Circulaire du Syndicat*, n° 1.)

Pour se conformer à cette règle, d'après laquelle les tribunaux ordinaires sont seuls compétents pour connaître une action intentée par une Compagnie concessionnaire municipale du service de l'éclairage à une autre société, à raison de la concurrence illicite exercée par cette dernière, la Société lilloise d'Électricité devait donc nécessairement poursuivre le procès qu'elle voulait faire à la Compagnie des Tramways, devant le Tribunal de commerce de Lille, puisqu'il s'agissait d'un litige entre deux sociétés commerciales.

Aussi est-ce devant ce tribunal que la Société lilloise a assigné la Compagnie des Tramways en vue de faire cesser sa concurrence illicite. La Société lilloise basait son action sur ce que la Compagnie des Tramways ne se conformait pas à l'arrêté de M. le Préfet du Nord lui permettant de vendre aux particuliers les excédents d'énergie électrique dont elle pouvait disposer, attendu qu'elle avait organisé, pour lui faire concurrence, une véritable exploitation de distribution d'électricité au moyen d'un matériel beaucoup plus considérable que celui que nécessitait le service des tramways, même dans sa période la plus intense.

Mais le Tribunal de commerce de Lille, par un jugement du 16 mars 1908, débouta la Société lilloise de sa demande, déclarant d'une part qu'il n'était pas compétent pour apprécier ni les termes, ni le bien-fondé d'un arrêté préfectoral, acte administratif dont l'interprétation appartenait à la juridiction administrative et, d'autre part, qu'il n'était pas démontré que la Compagnie des Tramways eût effectué d'autre vente d'électricité que celle des excédents qu'elle avait été autorisée à céder.

Bien entendu, la Société lilloise d'éclairage électrique, ne se tenant pas pour battue, fit appel de ce jugement devant la Cour de Douai. La Cour infirma le jugement entrepris, par un arrêt du 11 novembre 1908, dont nous détachons les passages les plus intéressants :

« ... Attendu que la Compagnie des Tramways de Lille est rétrocessionnaire d'une concession de transport accordée à la ville de Lille;

» Attendu que les divers actes constitutifs de cette société de transport ne prévoient et ne réglementent qu'un service de transport, unique objet pour lequel la société fut fondée;

» Attendu que la nature de cette compagnie de trans-



ports chargée d'un service public, liée à l'Administration par un contrat de travaux publics, *lui fait obligation de se renfermer strictement dans l'objet de sa concession;*

» Attendu, pourtant, qu'elle a cru pouvoir vendre, pour des besoins particuliers, les excédents d'énergie électrique dont elle dispose;

» Attendu que si cette opération commerciale pouvait, à la rigueur, être considérée comme l'accessoire licite de l'exploitation des tranports, c'était à la condition que la Société se borne rigoureusement à la vente des véritables excédents *que lui imposait la marche de ses services*;

» Attendu que, loin qu'il en soit ainsi, il résulte des documents de la cause que la Société des tramways a organisé un trafic habituel et réglé, portant sur des quantités considérables d'énergie électrique *qu'elle était libre de ne pas produire et qu'elle ne produisait que pour les vendre;*

» Attendu qu'il est constant, en effet, que la société produit, sans aucune nécessité, uniquement dans un but de spéculation *et pour ne pas laisser ses machines improductives, moitié en plus de l'énergie totale nécessaire à la traction, qu'elle vient même d'aggraver cette situation et d'installer*, en outre de ses machines de réserve, une machine en service journalier, pouvant fournir 3500 kilowatts, *alors que le maximum de force qui lui est nécessaire, pendant le service le plus intense, est de 1500 kilowatts;* que, dès lors, il apparaît que la Compagnie des tramways ne vend pas des excédents, mais fait le commerce d'énergie électrique, *qu'elle produit dans le but seul de la vendre à des particuliers;* qu'elle exerce ainsi une autre industrie que celle pour laquelle elle a été créée; qu'elle se sert, en outre, de son matériel de concession de transport, pour des opérations commerciales de vente d'électricité; qu'elle se trouve ainsi dans une situation privilégiée qui lui permet, affranchie du payement de toute redevance, pouvant accorder des prix de faveur aux clients les plus exigeants, d'étouffer toute concurrence et de porter, aux droits de la Compagnie lilloise, l'atteinte la plus grave;

» Attendu que, vainement, la Compagnie des Tramways invoque l'arrêt du 21 février 1906, par lequel le préfet du Nord lui a accordé, en principe, l'autorisation de vendre aux particuliers les excédents d'énergie dont elle dispose;

» *Attendu tout d'abord qu'il importe peu, au regard des tiers, dont les droits privés sont placés sous la sauvegarde des tribunaux de droit commun, que des autorisations administratives aient été accordées régulièrement ou irrégulièrement*; qu'alors même que la Compagnie intimée aurait observé les conditions de l'arrêté préfectoral, elle n'en continuerait pas moins, en faisant des opérations commerciales qui ne sont pas l'accessoire licite de son exploitation principale, à exercer une concurrence déloyale vis-à-vis de la Société lilloise, et lui devrait compte du préjudice qu'elle lui cause;

» Mais, attendu qu'à aucune époque, la Compagnie des Tramways ne s'est conformée aux dispositions essentielles de cet arrêté; qu'elle n'observe pas davantage la prescription de la loi du 15 juin 1906, sur la distribution d'énergie électrique, ainsi que les règlements d'administration publique intervenus en exécution de cette loi.... »

» Par ces motifs,

» La Cour

» Reçoit la Société lilloise d'éclairage électrique, appelante du jugement rendu par le Tribunal de commerce de Lille, le 26 mars 1908; — Réformant, dit que la Compagnie des Tramways de Lille fait commerce de force motrice sans y avoir été régulièrement autorisée par le pouvoir concédant;

» *Condamne, en conséquence, la Compagnie des Tramways à payer à la Société lilloise des dommages et intérêts à libeller par état;*

» Fait défense à la Compagnie des Tramways de continuer la vente de ses prétendus excédents d'énergie et, en général, de faire tout commerce d'électricité et ce, *dans la quinzaine du présent arrêt, sous peine de deux cents francs par jour de retard*, pendant un mois; après quoi, il sera fait droit. »

Cet arrêt, qui faisait droit à la demande de la Société lilloise d'Électricité en condamnant la Compagnie des Tramways et en lui faisant défense de continuer sa concurrence illicite, fut l'objet de la part de la Compagnie des Tramways de Lille, d'un pourvoi en cassation.

Ce pourvoi était basé : 1° sur la contradiction entre les motifs et le dispositif de l'arrêt de la Cour d'appel, parce que dans ce dispositif l'arrêt faisait défense à la Compagnie des tramways de continuer tout commerce d'électricité, alors que dans les motifs il avait reconnu que la vente des excédents d'énergie dépassant les besoins du service de la Compagnie des Tramways constituait un accessoire licite de son exploitation; 2° sur la violation des règles de la compétence, en ce que l'arrêt attaqué avait interprété l'arrêté préfectoral du 21 février 1906, autorisant la Compagnie des tramways à vendre ses excédents d'énergie aux particuliers.

L'arrêt de la Cour de cassation, dont nous rapportons le texte ci-dessus, a rejeté ce pourvoi et voici les motifs de cette décision :

En ce qui concerne le premier moyen, il est évident que la contradiction entre les motifs et le dispositif de l'arrêt de la Cour d'appel de Douai n'existait pas : il ressort, en effet, des termes reproduits plus haut de cet arrêt, que si à la vérité la vente des excédents d'énergie dépassant les besoins du service de la Compagnie des Tramways pouvait constituer un accessoire licite de son exploitation, ce ne pouvait être qu'à la condition que la société se bornât rigoureusement à la vente des véritables excédents que lui imposait la marche de ses services et que, loin qu'il en fût ainsi, la Société des Tramways avait organisé un trafic habituel et réglé portant sur des quantités considérables d'énergie électrique, qu'elle était libre de ne pas produire et qu'elle ne produisait que pour les vendre. Par conséquent ce que l'arrêt de la Cour d'appel avait interdit dans son dispositif, à la Compagnie des Tramways, « *c'est la vente de force produite sans nécessité*, dans un but de spéculation, et uniquement pour être vendue à des particuliers », cette vente constituant un véritable commerce de distribution d'électricité non autorisé et dès lors illicite.

D'où il suit que la prétendue contradiction relevée par le pourvoi n'existait pas.

Quant au deuxième moyen basé sur la violation des règles de la compétence concernant l'interprétation d'un acte administratif, il n'était pas mieux fondé que le premier.

Si, en effet, une jurisprudence constante de la Cour de cassation confirmée par celle du Conseil d'État, décide que, la juridiction administrative étant exclusivement compétente pour interpréter des actes administratifs, les tribunaux de l'ordre judiciaire, lorsqu'ils ont à juger un litige nécessitant l'interprétation d'un acte administratif, doivent avant de statuer au fond renvoyer les parties à se pourvoir devant les tribunaux administratifs pour l'interprétation de l'acte litigieux, il n'en doit plus être ainsi lorsque l'acte administratif, dont il y a lieu de faire l'application, ne pré-



sente dans ses dispositions aucune ambiguïté pouvant nécessiter une interprétation quelconque : dans ce cas, d'après la jurisprudence, constante également, de la Cour de cassation, les tribunaux civils peuvent constater si les conditions de l'acte administratif ont été régulièrement observées et tirer de leurs constatations telles conséquences juridiques que de droit. [En ce qui concerne l'obligation pour les tribunaux civils de renvoyer devant la juridiction administrative pour l'interprétation d'un acte administratif, *voir* Cassation, 25 octobre 1898, avec la Note et les renvois dans le Recueil Sirey, 1900, t. I, p. 7; et pour le cas où ils ne sont pas obligés d'ordonner le renvoi, l'acte administratif qu'il s'agit d'appliquer étant clair et précis, voir ce même arrêt (motifs), et Cassation, 13 novembre 1894, Recueil Sirey, 1896, t. I, p. 122 et la note.]

Or, dans l'espèce, la Cour d'appel de Douai n'avait fait que constater que la Compagnie des Tramways, par l'installation de nouvelles machines produisant moitié plus d'énergie que n'en exigeait son service de transports dans la période la plus intense, et par l'organisation, dans un but de spéculation, d'un trafic habituel et réglé d'électricité, avait agi en dehors des conditions prévues par l'arrêté préfectoral de 1906, d'où la conséquence qu'elle s'était livrée à un commerce et à une concurrence illicites.

Une telle décision ne pouvait donc empiéter sur le domaine administratif et, par suite, le pourvoi devait être rejeté.

Ce qu'il faut surtout retenir de l'arrêt de la Cour de cassation, c'est que les tribunaux civils sont en droit de considérer comme un acte de concurrence illicite, vis-à-vis d'une société concessionnaire municipale d'un service d'éclairage public et privé et de distribution de force motrice par l'électricité, le fait, par une Compagnie de Tramways, autorisée simplement par l'Administration supérieure à vendre ses excédents d'énergie, d'installer des machines produisant plus dénergie que n'en exige son service de transports dans la période la plus intense et d'organiser par ce moyen, dans un but de spéculation, un trafic habituel et réglé d'électricité pour la force motrice et les usages industriels.

Ce qui est permis en effet, à la condition expresse, bien entendu, que la Compagnie des Tramways en ait reçu l'autorisation de l'Administration supérieure, c'est que la Compagnie, ayant une installation de machines génératrices dont la puissance de production ne dépasse pas les exigences du service des tramways, vende aux particuliers le courant que n'utilise pas le service dans les moments où celui-ci n'atteint pas toute son intensité. Encore faudrait-il, pour que cette vente de ces excédents d'énergie fût absolument licite, que la Compagnie de Tramways fût en possession des autorisations de voirie spécialement nécessaires pour l'installation, dans les voies publiques, des lignes de dérivation ou des branchements destinés à conduire le courant chez les acheteurs.

Toutes les observations que nous avons faites, au cours de cette Note, ne concernent évidemment que la vente, par la Compagnie des Tramways, du courant pour la force motrice; car ce n'est que dans le cas où l'acte de concession de la Société d'éclairage ne conférerait pas à celle-ci de monopole pour la distribution du courant pour l'éclairage des particuliers, que la Compagnie des Tramways autorisée à vendre ses excédents d'énergie pourrait, en se conformant aux autorisations administratives, appliquer ces excédents à la vente de l'éclairage privé. Il reste bien entendu que si la Compagnie des Tramways avait organisé une vente de courant pour l'éclairage en violation d'un monopole concédé à la Compagnie concessionnaire du service de l'éclairage, cette dernière aurait le droit, conformément à la jurisprudence habituelle du Conseil d'État, d'intenter une action directe devant la juridiction administrative contre la ville concédante, pour avoir autorisé ou toléré l'établissement d'une entreprise concurrente en violation du monopole d'éclairage concédé.

C'est donc pour le cas seulement où il y aurait simplement concurrence illicite, sans qu'il y eût violation du cahier des charges de la concession du service de l'éclairage et de la force motrice, que la jurisprudence de la Cour de cassation résultant de l'arrêt de la Chambre des requêtes du 18 avril 1910, est particulièrement intéressante.

Sous l'empire de la loi du 15 juin 1906, qui prévoit la délivrance de concessions pour la distribution du courant pour la force motrice et les usages industriels, sans service d'éclairage, les sociétés régulièrement en possession de concessions de ce genre pourraient invoquer également cette jurisprudence pour se défendre des concurrences illicites dont elles auraient éventuellement à souffrir.

CH. SIREY,
Avocat à la Cour de Paris.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société avignonnaise d'Électricité. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 4 mai 1910, nous extrayons ce qui suit :

Au 31 décembre 1910, le nombre de lampes en service, en lampes de dix bougies, atteignait 17661 pour 865 abonnés; il a été porté, au 31 décembre 1909, à 18102 pour 950 abonnés.

Quant à la force motrice, la puissance souscrite est passée de 126 kilowatts pour 76 abonnés à 204 kilowatts pour 108 abonnés. Les recettes d'exploitation, qui s'élevaient en 1908 à 153980,64 fr. ont atteint, pendant cet exercice, 173845,23 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

Frais de constitution	6501 »
Apports	120000 »
Frais de premier établissement	69000 »
Dépenses d'installations	672231,82
Mobilier et outillage général	7920,95
Approvisionnements	14932,20
Matériel en location	25963,86
Disponibilités	17973,87
Débiteurs divers	31446,56
Frais d'émission et prime sur obligations	19126,60
Comptes divers et d'ordre	5797,27
Total de l'Actif	990894,13

Passif.

Capital	500000 »
Obligations	206000 »
Réserve légale	2356,98
Réserve pour amortissement d'obligations	5600 »
Provision pour amortissement	10000 »
Créditeurs divers	207985,93
Profits et Pertes	58951,22
Total du Passif	990894,13

COMPTE GÉNÉRAL D'EXPLOITATION.

Frais d'administration et d'exploitation	102566,01
Balance à compte de Profits et Pertes	71279,22
Total	173845,23
Recettes d'exploitation	173845,23

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Amortissement de six obligations	3000 »
Solde du Compte Intérêts et Divers	19110,55
Balance	58951,22
Total	81061,77
Report de l'exercice 1908	9782,55
Solde du Compte général d'exploitation	71279,22
Total	81061,77



Tome XV. **N° 172. — 24 février 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Nous avons déjà signalé dans le précédent numéro l'étude consacrée par M. V. Clayton aux **usines hydro-électriques de la Suède.** On trouvera p. 169 à 174 la continuation de cette étude. L'auteur y décrit l'usine de Graninge, construite pour contenir quatre unités de 2500 chevaux chacune, fournissant directement des courants triphasés à 5000 volts, utilisés en partie sous cette tension pour desservir le voisinage immédiat de l'usine génératrice, en partie après élévation à la tension de 40000 volts pour alimenter des réseaux de distribution situés dans un rayon de 65 km. A propos des groupes générateurs de cette usine, l'auteur fait observer que leur puissance, bien que déjà considérable, a été notablement dépassée dans des installations plus récentes effectuées par la même Société de construction. C'est ainsi qu'à Svälgfös se trouvent des unités de 10500 kw sous 10000 volts, à Trollhättan des unités de 12500 kv-a, enfin qu'à Rjukanfos sont prévues des génératrices de 14500 kv-a.

* * *

Dans le numéro du 24 janvier, M. T. Pausert donnait la description des installations électriques réalisées par l'Énergie électrique du Centre, dans la région de Montluçon. Dans le suivant, il décrivait les installations de la région de Roanne, exécutées par la même Société.

Rappelons que dans cette dernière région l'énergie électrique est distribuée par courants alternatifs triphasés à 20000 volts; la ville de Roanne elle-même est desservie sous cette tension par câble souterrains et constitue le premier exemple d'une distribution urbaine souterraine sous une tension aussi élevée.

L'alimentation du réseau doit être normalement assurée par la ligne de transmission à 60000 volts amenant à Saint-Chamond l'énergie captée au delà de Grenoble, l'usine à vapeur établie au Cateau, près Roanne, ne servant que comme secours. En fait c'est cette usine qui, jusqu'ici, a servi à l'alimentation normale, concurremment avec l'usine hydraulique du Pinay, appartenant à la Compagnie électrique du Roannais.

L'usine à vapeur renferme actuellement deux groupes électrogènes, composés d'une turbine Sulzer et d'un alternateur Alioth. Chaque groupe peut fournir de 2270 à 2830 kv-a en courants triphasés à la fréquence 50 p : sec et à la tension de 3800 volts. Des transformateurs élèvent la tension à 20000 volts sous laquelle elle est distribuée par les lignes primaires du réseau.

Dans le numéro de ce jour, M. T. Pausert continue et termine son intéressante étude par la description des **installations de la région de Saint-Étienne** (p. 177 à 186). Ainsi qu'on le verra, cette région, qui a été en quelque sorte le berceau de l'industrie

de la transmission de l'énergie par l'électricité, est aujourd'hui partiellement alimentée par les usines de l'Eau-d'Olle et de Pont-Haut, situées au delà de Grenoble et qui sont reliées à Saint-Chamond par une ligne à 55000 volts traversant la vallée du Rhône; ces deux usines peuvent fournir à l'Énergie électrique du Centre une puissance de 15000 kw dont 8000 sont, d'après les prévisions, destinées à la région de Saint-Étienne. Plusieurs autres usines régionales, appartenant à la Compagnie électrique de la Loire, et dont les plus importantes sont l'usine hydraulique de Château-du-Lignon (3000 ch) et l'usine à vapeur de Montaud à Saint-Étienne (8500 ch) permettent de disposer d'une puissance d'environ 12000 kw. En outre, pour parer aux conséquences d'un accident sur la ligne de transmission Grenoble-St-Chamond, une usine thermique de 7000 chevaux a été adjointe au poste de transformation de Saint-Chamond. Sur cette puissance 4000 chevaux sont fournis par des moteurs à vapeur et 3000 par deux moteurs Diesel, l'un de 1000, l'autre (en cours d'installation) de 2000 chevaux; ces deux derniers moteurs, dont la mise en fonctionnement ne demande que quelques minutes, donnent à la fois une grande sécurité et une grande élasticité à l'exploitation. Quant à la distribution régionale, elle s'effectue sous la tension de 3000 volts sur les grandes artères et à 5700 volts sur les lignes secondaires.

*
* *

Il nous faudrait encore signaler l'important article que consacre M. Jacquin à la **commande des trains du Métropolitain de Paris par le système Sprague-Thomson** (p. 187 à 199). Mais un article de ce genre ne s'analyse pas en quelques lignes et nous ne pouvons qu'appeler sur lui l'attention des intéressés. Il en est de même de l'article que consacre M. Ch. Chéneveau aux **galvanomètres de construction anglaise à l'Exposition de Bruxelles** (p. 200 à 204).

*
* *

La question des mesures nous amène à dire quelques mots d'une **question de nomenclature** qui, sur la proposition du Comité électrotechnique français, va être soumise à la réunion de la Commission électrotechnique internationale, qui aura lieu cette année à Turin : c'est de savoir comment il convient de nommer la quantité $UI \sin \varphi$ qui s'introduit dans l'expression de la puissance fournie à un appareil alimenté par des courants alternatifs d'intensité efficace I sous une tension efficace U. Cette question intéresse les praticiens puisque la quantité $UI \sin \varphi$, bien que n'intervenant pas dans la puissance produite par l'appareil, a une répercussion sur les dimensions qu'il convient de donner aux machines génératrices; elle les intéresse même à un point tel que M. Riccardo Arno proposait récemment un mode de tarification faisant payer à l'abonné, outre l'énergie qu'il consomme réellement, une redevance proportionnelle à l'intégrale par rapport au temps de la quantité $UI \sin \varphi$.

Or, tandis que tout le monde est d'accord pour appeler *puissance apparente* le produit UI et *puissance réelle* le produit $UI \cos \varphi$, les dénominations données au produit $UI \sin \varphi$ sont nombreuses. La plus généralement adoptée est *puissance déwattée*, par opposition à celle de *puissance wattée* que l'on donne alors à la puissance réelle et aussi par analogie de formation avec les mots *wattless* et *wattlos* adoptés en langue anglaise et en langue allemande pour désigner $UI \sin \varphi$. Une autre expression non moins employée est celle de *puissance magnétisante*, parce que dans les appareils d'induction, la quantité $UI \sin \varphi$ est utilisée à la production du champ magnétique. Mais la première de ces expressions est de formation tout à fait incorrecte; quant à la seconde, elle ne peut s'appliquer rationnellement aux phénomènes dont les circuits pourvus de capacité sont le siège.

Récemment, M. Brunswick [1] proposait l'appellation de *puissance potentielle*, mais comme l'a fait remarquer M. Boucherot [2], cette expression doit logiquement s'appliquer à la dérivée par rapport au temps de l'énergie potentielle, et cette dérivée n'est pas en général égale à $UI \cos \varphi$.

Une autre expression, celle de *puissance compensée*, a été proposée antérieurement par M. Nouguier; elle exprime ce fait que l'intégrale par rapport au temps $UI \sin \varphi$ étendue à une période est nulle. On a également proposé de l'appeler *puissance virtuelle*, par opposition à *puissance réelle*. Il y a quelques années déjà, M. Brylinski, dans une communication à la Société internationale des Électriciens, indiquait l'appellation de *puissance réactive* la quantité $UI \cos \varphi$ correspondant à la réactance.

Enfin, tout récemment, M. Mailloux proposait de créer un adjectif nouveau et de dire *puissance réactante* [3].

Comme on le voit, les propositions ne manquent pas. Reste à en choisir une. Celle de M. Brylinski est généralement considérée comme la plus convenable, tant au point de vue de la logique que de la concision et, pour cette double raison, paraît avoir de grandes chances d'adoption.

J. Blondin.

(1) *L'Industrie électrique*, t. XIX, 10 octobre 1910, p. 436.
(2) *Ibid.*, t. XIX, 25 octobre 1910, p. 459.
(3) *Ibid.*, t. XIX, 10 décembre 1910, p. 531.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Quatrième Bulletin bimensuel de 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 11 janvier 1911.

Présents : MM. Guillain, président; Brylinski, Cordier, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire général; Chaussenot, Vautier, secrétaires-adjoints; Beauvois-Devaux, trésorier; Boutan, Eschwège, Godinet, Pinot, Sée.

Absent excusé : M. Sartiaux.

M. Guillain occupe le fauteuil de la présidence.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Correspondance. — Le Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz a saisi le Comité de l'Union de la question suivante :

Un préfet a la prétention d'imposer, comme redevance d'occupation du domaine public, une taxe annuelle de 250 fr pour une canalisation de gaz de 125 mm de diamètre sur un pont de 70 m de longueur. Cette prétention est-elle justifiée, étant donnés les arrêtés interministériels du 22 septembre 1906 et la circulaire du Ministre des Finances du 20 mars 1908 relative aux redevances d'occupation du domaine public, pour les canalisations de gaz et d'eau.

Le Comité de l'Union a conseillé de résister auprès de qui de droit après avoir tenté d'abord une réclamation officieuse.

Le Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz a fait hommage à l'Union d'un exemplaire de l'Ouvrage de M. Dauvert sur les « Concessions de gaz et d'électricité », Tome III.

Documents officiels. — Les documents suivants ont été portés à la connaissance du Comité :

Circulaire du 10 novembre 1910 sur le repos hebdomadaire; loi portant codification des lois ouvrières; arrêté nommant les membres de la Commission des distributions d'énergie; arrêté fixant la composition des sections du Conseil général des Ponts et Chaussées; annexe n° 379 de la Chambre des Députés relative aux frais de contrôle des distributions d'énergie.

Proposition de loi Chautemps sur l'hygiène. — Il a été demandé à la Commission sénatoriale qu'une délégation du Bureau de l'Union soit reçue en audience pour déposer devant la Commission.

Instructions concernant l'établissement des installations électriques a l'intérieur des maisons. — M. Zetter, président du Syndicat professionnel des Industries électriques, indique que les travaux sont très avancés et qu'un certain nombre de modifications très intéressantes et d'observations utiles ont été formulées.

Le *Bulletin* de la Société internationale des Électriciens, de décembre 1910, rend compte de la manière dont l'incident soulevé par M. Boucherot a été clos.

Demande d'extension de canalisations électriques. — La réponse du Comité consultatif du Contentieux sur la question posée par le Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz, relativement à une demande d'extension de canalisations électriques, est communiquée au Comité. Nos Conseils juridiques sont d'avis que la demande d'extension du réseau autorisé en 1892 n'est que la mise en œuvre d'une autorisation qui conserve son effet et doit jouir sans hésitation du bénéfice de l'article 26 de la loi du 15 juin 1906.

Feeders. — M. Boutan demande comment on peut, au point de vue fiscal, faire la distinction entre les feeders et les canalisations à basse tension.

Cette question n'est pas indiquée dans les règlements et n'a pas été envisagée, d'après les souvenirs des membres présents, dans les séances des Commissions qui ont eu à préparer les règlements.

Revue électrique. — Les comptes pour le règlement avec M. Gauthier-Villars du deuxième semestre de 1910 seront réglés d'ici la prochaine séance. Ils feront ressortir la ristourne du contrat applicable à toute l'année 1910.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Quatrième Bulletin bimensuel de 1911.



Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 février 1911.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : MM. Alliot, Alexis Cance, Chateau, Chaussenot, Gaudet, Grosselin, Guittard, E. Harlé, Iung, Larnaude, Lecomte, Legouëz, F. Meyer, G. Meyer, M. Meyer, Ch. Mildé, Minvielle, Portevin, Roche-Grandjean, E. Sartiaux, Sciama, Ch. Tournaire, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. Brunswick, Eschwège, Guinier, Leclanché, Routin, Saglio, Sauvage.

— Le procès-verbal de la séance du 10 janvier, publié dans *La Revue électrique* du 27 janvier 1911, est adopté.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques à titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième Section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Zetter et Weis, M. CAZELLE (Louis), Entrepreneur d'installations électriques, 54, rue Bayard, à Toulouse;

Sur la présentation de MM. Meyer-May et Iung, M. COURTOIS (Gabriel-François), (I[illegible]), Directeur de l'Usine de constructions électriques de la Société industrielle des Téléphones, 2, rue des Entrepreneurs, à Paris;

Sur la présentation de MM. Zetter et Weis, M. CROZES (Albert), de la Maison Calvet et Crozes (électricité), 9, boulevard de Strasbourg, à Toulouse;

Sur la présentation de MM. Zetter et Weis, M. DORAT (Léon), voyageur de la Société française d'appareillage et lustrerie, 22, rue Mas-Loubier, à Limoges;

Sur la présentation de MM. Emile Harlé et Chaussenot, M. ODIER (Philippe-Victor), Ingénieur des Arts et Manufactures, 2, rue du Bel-Air, à Bellevue (Seine-et-Oise).

DÉMISSIONS. — M. le Président fait part de la démission de M. Delaporte (Paul) et de M. Mathieu (Emile), qui sont acceptées. Conformément à l'article 17 des statuts, M. Baranger (Hilaire) cesse de faire partie du Syndicat.

MODIFICATIONS AUX TABLEAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — M. le Président communique à la Chambre la correspondance ci-après :

— Lettre de MM. SCHNEIDER et Cie informant qu'ils ont désigné M. BRUN, Ingénieur à leur Maison de Paris, 42, rue d'Anjou, pour les représenter officiellement dans la première Section du Syndicat, en remplacement de M. DAVIN, qui a cessé de faire partie de leur personnel.

M. le Président indique que M. DAVIN a été nommé Directeur de la Société de Locations électriques et continuera à faire partie du Syndicat comme représentant de cette Société à la sixième Section.

— Lettre de MM. BAGUES frères qui informent que, par suite du décès de M. BOURGEOIS, leur Maison sera représentée auprès des deuxième, quatrième et sixième Sections du Syndicat par M. GOLDSCHMIDT, Ingénieur, Chef de leur service électrique, qui était déjà adhérent au Syndicat, en nom personnel.

REMERCIEMENTS. — M. le Président communique une lettre de M. A. FOCQUÉ remerciant de son admission dans le Syndicat.

CORRESPONDANCE. — La Chambre syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Lettre de M. Brunswick donnant des renseignements sur la liste des publications de la Marine relatives à l'exécution des travaux et pouvant intéresser les membres du Syndicat qui traitent avec cette Administration.

— Lettre du Directeur du Laboratoire central d'Électricité communiquant une note relative aux unités employées au Laboratoire, conformément aux décisions du Comité scientifique international des Unités et étalons électriques.

— Lettre de la Ligue nationale contre l'alcoolisme informant que son Almanach pour 1911 est paru et se mettant à la disposition des personnes qui désireraient le propager.

— Lettre de la Direction des Constructions navales du port de Cherbourg, demandant de lui indiquer les principaux fabricants de lampes électriques de poche.

M. le Président indique que cette demande a été communiquée aux adhérents que la question pouvait intéresser et que leur nom a été ensuite transmis à la Direction des Constructions navales de Cherbourg.

— Circulaire relative au Congrès national des Délégués des Chambres de Commerce, des Chambres consultatives des Arts et Manufactures et des Groupements commerciaux et industriels de France et d'Algérie, qui doit se tenir à Roubaix les 10, 11 et 12 juillet 1911.

La Chambre reporte à une séance ultérieure l'examen de cette question.

— M. le Président fait part à la Chambre de la proposition qui lui a été faite par le Président de la Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens d'adresser une lettre à M. le Ministre des Travaux publics, relativement à l'adoption d'un crédit de 100 000 fr prévu au budget de 1911 et relatif à la fourniture, à titre onéreux, des appareils téléphoniques nécessaires à 2500 abonnés nouveaux du réseau de Paris.

Il développe les raisons pour lesquelles il a jugé utile de prêter l'appui du Syndicat dans cette circonstance, et les résultats qu'il espère voir sortir de cette collaboration en vue d'un rapprochement entre les deux groupements.

— Lettre de la Chambre de Commerce de Paris adressant 20 cartes pour les membres de notre Syndicat qui désireraient assister à la Conférence de M. Dupeyrat, Consul général de France, Attaché commercial en Russie, qui aura lieu le jeudi 9 février à 3 h 30 m.

Ces cartes sont mises à la disposition des membres du Syndicat que la question intéresse.

— M. le Président indique qu'il a reçu une invitation au banquet de l'Association des anciens élèves de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris et que, ne pouvant y assister, il a demandé à notre vice-président, M. Legouëz, de bien vouloir le suppléer et représenter le Syndicat.

— Invitation au banquet annuel du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France, qui aura lieu le mardi 14 février 1911, à la Galerie des Champs-Élysées, sous la présidence de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.

M. le Président indique qu'il compte assister à ce banquet.

Sections professionnelles. — Conformément aux statuts et règlement intérieur, les Sections professionnelles se sont toutes réunies pour examiner leur composition, procéder au renouvellement partiel de leurs représentants à la Chambre syndicale et élire leurs bureaux.

Les Tableaux des Sections professionnelles, n'ayant donné lieu à aucune observation, sont définivement arrêtés.

M. le Président rend compte du résultat des élections de chaque Section pour le renouvellement partiel de la Chambre syndicale et pour l'élection des bureaux des Sections, il rappelle qu'il y avait quinze membres sortants rééligibles et un membre démissionnaire à remplacer :

PREMIÈRE SECTION.

(*Constructeurs de dynamos, tranformateurs, appareils de levage actionnés électriquement.*)

MM. Brunswick, Guittard, Ziegler, membres sortants, ont été désignés de nouveau comme représentants à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. R. Legouëz.
Vice-Président, M. H. Gaudet.
Secrétaire, M. E. Brunswick.

DEUXIÈME SECTION.

[*Constructeurs d'appareillage et de lampes électriques (arc et incandescence).*]

MM. Azaria, Larnaude, Minvielle, membres sortants, ont été désignés de nouveau comme représentants à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. A. Larnaude.
Vice-Président, M. E. Vedovelli.
Secrétaire, M. A. Lecomte.

TROISIÈME SECTION.

(*Constructeurs de câbles, fils et matériel pour canalisations électriques.*)

MM. Iung, Sauvage, membres sortants, ont été réélus comme représentants à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. J. Grosselin.
Vice-Président, R. Robard.
Secrétaire, M. P. Sauvage.

QUATRIÈME SECTION.

(*Constructeurs d'appareils téléphoniques, télégraphiques et de précision.*)

MM. André, Chateau, membres sortants, ont été désignés de nouveau comme représentants à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. A. Frager.
Vice-Président, M. L. Mascart.
Secrétaire, M. H. André.

CINQUIÈME SECTION.

[*Constructeurs d'accumulateurs, de piles et de matériel accessoire pour l'électricité (isolants, balais, etc.).*]

M. Dinin, membre sortant, a été réélu comme représentant à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. P. de la Ville Le Roulx.
Vice-Président, M. A. Dinin.
Secrétaire, M. A. Heinz.

SIXIÈME SECTION.

(*Entrepreneurs d'installations électriques.*)

M. Marcel Meyer, a été réélu, et M. Pornon a été désigné en remplacement de M. Lévêque, démissionnaire, comme représentants à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. M. Meyer.
Vice-Président, M. A. Courtant.
Secrétaire, M. L. Roche-Grandjean.

SEPTIÈME SECTION.

(*Adhérents en nom personnel : Ingénieurs d'industries utilisant l'électricité, Ingénieurs-conseils, Membres de l'enseignement, Commerçants et importateurs de matériel électrique.*)

MM. Eschwège, Portevin, Ch. Tournaire, membres sortants, ont été désignés de nouveau comme représentants à la Chambre syndicale.

Le bureau de la Section a été constitué comme suit :
Président, M. Georges Meyer.
Vice-Présidents, MM. H. Chaussenot, Ch. Tournaire.
Secrétaires, MM. A. Beaudier, Albert Cance, F. Cellerier.

Travaux des Sections professionnelles. — Les Sections professionnelles ont, en outre, examiné, dans leurs réunions, les différentes questions à l'étude et ont pris des décisions sur certaines d'entre elles particulièrement intéressantes, notamment :

Projet de loi sur la suppression du marchandage. — S'il y a intérêt à éviter toute exploitation de l'ouvrier par le marchandage, il serait utile de bien préciser ce qu'on entend par marchandage, afin d'éviter toute fausse interprétation et notamment la confusion avec le travail aux pièces qui n'est pas un marchandage.

Droits d'octroi sur le matériel électrique. — Cette question intéresse particulièrement l'industrie électrique, mais il semble difficile de la résoudre d'une manière avantageuse. Toutefois, elle est maintenue à l'ordre du jour en vue de rechercher les moyens de la solutionner conformément aux intérêts de nos adhérents.

Caisses de retraites. — Un questionnaire sera envoyé à tous les membres du Syndicat afin de recueillir les renseignements utiles en vue de la réponse à faire par le Syndicat, la question ayant son intérêt vis-à-vis de la loi sur les retraites ouvrières.

Production moyenne annuelle dans la région de Paris et en province pour les spécialités représentées dans chaque Section. — Les Sections, qui n'avaient pas examiné

précédemment la question, ont répondu à la demande qui leur avait été transmise, d'évaluer approximativement la valeur du matériel fabriqué pour ouvrier, renseignement demandé en vue d'une statistique générale.

Troisième Section : La troisième Section a, en outre, commencé l'examen d'un avant-projet de cahier des charges pour les câbles et fils destinés aux installations de première catégorie.

Sixième Section : La sixième Section a examiné l'application dans un cas particulier de l'arrêté préfectoral du 8 juin 1909.

— Il a été demandé que les membres des Sections puissent voter par correspondance pour les élections du bureau des Sections et des représentants des Sections à la Chambre.

Après examen, la Chambre estime que cette mesure serait fâcheuse et irait à l'encontre des intérêts généraux du Syndicat, en incitant les membres des Sections à envoyer leur vote au lieu de venir assister aux séances.

— Il a également été demandé que les fonds disponibles soient affectés au perfectionnement des rouages divers de la Chambre syndicale et notamment à l'envoi de questionnaires aux divers adhérents du Syndicat.

La Chambre est d'accord sur l'intérêt que présente cette demande et regrette que la situation financière du Syndicat ne permette pas d'y donner suite actuellement. La question d'augmentation des ressources doit, du reste, être examinée au cours de la séance.

Instructions sur les installations a l'intérieur des immeubles. — La Commission spéciale, chargée de l'étude des Instructions sur les installations à l'intérieur des immeubles, a continué son travail et terminé l'examen des différents articles du projet. Les rapporteurs s'occupent actuellement de la mise au point de la rédaction définitive, en vue de soumettre, à bref délai, le projet complètement terminé à la Commission intersyndicale.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président rappelle qu'en raison de l'augmentation des recettes de cotisations et subventions, la subvention à verser à l'Union est augmentée, mais que, d'autre part, nous avons droit à un cinquième délégué.

Il indique que, d'accord avec les anciens présidents consultés à ce sujet, il propose à la Chambre de désigner M. Legouez, l'un des vice-présidents du Syndicat, comme délégué nouveau.

La Chambre approuve cette proposition et renouvelle les pouvoirs des délégués précédemment nommés.

La délégation actuelle se compose donc de MM. Guillain, Legouez, Sartiaux, Sciama et Zetter; M. Chaussenot, secrétaire général du Syndicat, conservant les fonctions de secrétaire adjoint.

— M. le Président rend compte de la séance tenue par le Comité de l'Union le 11 janvier 1911.

Le procès-verbal en sera publié dans *La Revue électrique*.

Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants qui ont été adressés aux membres de la Chambre syndicale :

N° 467. Maladies professionnelles. — Proposition de loi de M. Breton, député, sur l'extension aux maladies d'origine professionnelle de la loi sur les accidents du travail.

N° 468. Le travail de nuit des jeunes ouvriers dans les usines à feu continu. — Proposition déposée à la Chambre des Députés par M. Lemire.

N° 469. Jurisprudence.

N° 470. Questions sociales et ouvrières. — Revue du mois et table de l'année.

— M. le Président rend compte de l'Assemblée générale ordinaire de l'Union, qui a eu lieu le 26 janvier 1911, et à laquelle il a assisté.

Fixation de la date de l'assemblée générale. Règlement de l'ordre du jour. — M. le Président rappelle que, d'après les statuts, l'Assemblée générale doit se réunir avant la fin du mois de mars.

Une discussion assez étendue s'engage au sujet de la question financière en raison des ressources actuelles du Syndicat qui sont trop restreintes et ne permettent pas de donner suite aux désirs exprimés de recevoir des documents et renseignements sur toutes les questions intéressantes qui se présentent.

Pour remédier à cette situation, la Chambre décide de profiter de la réunion de l'Assemblée générale pour tenir, à la suite, une Assemblée extraordinaire à laquelle on proposerait l'augmentation de la cotisation personnelle qui serait portée à 30 fr. Comme, d'autre part, le Banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité aura lieu probablement à cette même époque, elle estime qu'il y aurait peut-être intérêt à faire coïncider les deux réunions, afin que les adhérents de province y assistent plus nombreux.

La Chambre charge le Président de s'entendre avec le Bureau pour fixer la date exacte des Assemblées, en tenant compte des circonstances les plus favorables. Les convocations seront faites en y joignant des explications utiles sur la proposition d'augmenter le chiffre de la cotisation personnelle, justifiée par l'importance du Syndicat et les améliorations apportées à *La Revue électrique*. L'ordre du jour des Assemblées y sera joint, ainsi que les résolutions proposées et la modification des statuts qui en résultera.

Ouverture des cours d'apprentis du Syndicat a l'École de la rue Lacordaire. — M. Le Président informe la Chambre que les Cours d'apprentis ont été ouverts à l'École de la rue Lacordaire le 31 janvier 1911 et fonctionnent régulièrement depuis lors.

Il y a 46 élèves au lieu de 40 prévus, ce qui montre l'intérêt que les adhérents prennent à cette œuvre.

M. le Président adresse les remercîments les plus sincères, au nom de la Chambre et du Syndicat, aux adhérents qui envoient leurs apprentis aux cours et ont souscrit les fonds nécessaires pour assurer le service de ces cours, à ceux qui ont bien voulu apporter leur concours financier pour compléter les ressources nécessaires, aux généreux donateurs qui ont fourni gracieusement le matériel nécessaire pour les travaux pratiques, à tous ceux qui ont bien voulu apporter leur appui et leur concours à l'œuvre entreprise et ont permis de réaliser en si peu de temps le projet si intéressant pour



l'avenir des apprentis et le développement de l'industrie électrique.

Projets de lois. — M. le Président communique à la Chambre les projets de lois récemment déposés à la Chambre et au Sénat et dont quelques-uns devront être étudiés par les Sections professionnelles, en raison de l'intérêt qu'ils présentent ou des inconvénients qui résulteraient de leur acceptation, afin que les démarches utiles puissent être faites après examen.

Sénat :

N° 11. Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, relatif à la mise en vigueur de la convention internationale de Berne sur le travail de nuit des femmes employées dans l'Industrie.

Chambre des Députés :

N° 374. Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi portant fixation du budget général de l'exercice 1911 (Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale).

N° 594. Rapport fait (au cours de la précédente législature) au nom de la Commission du travail, sur la proposition de loi de M. Charonnat concernant la réglementation de la profession de chauffeur-mécanicien dans l'industrie, pour les machines et appareils à vapeur à haute pression timbrés à partir de 5 kg.

N° 624. Projet de loi ayant pour objet la répression des actes de « sabotage ».

N° 642. Projet de loi relatif à la contribution des patentes.

N° 662. Rapport supplémentaire fait au nom de la Commission du budget chargée d'examiner le projet de loi portant fixation du budget général de l'exercice 1911 (Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale).

N° 675. Proposition de loi tendant à préciser le droit de poursuite des syndicats professionnels en matière de répression des fraudes et complétant l'article 2 de la loi du 5 août 1908.

N° 676. Proposition de loi sur la participation aux bénéfices.

N° 688. Proposition de loi tendant à modifier les articles 3 et 15 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

N° 690. Proposition de loi tendant à modifier et à compléter l'article 9 de la loi du 9 avril 1898, modifiée par la loi du 31 mars 1905, sur les accidents du travail.

N° 691. Proposition de loi tendant à modifier la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes.

N° 698. Proposition de loi tendant à modifier le tarif général des douanes, en ce qui concerne les becs simples pour l'éclairage à l'acétylène.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 4 h 20 m.

Le Secrétaire général, H. Chaussenot.   Le Président, C. Zetter.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique ;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées;)

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique de Paris.

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges-type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Décret autorisant les envois de fonds, au moyen de mandats de poste, entre la colonie française de Madagascar, d'une part, et les pays étrangers qui ont adhéré ou adhéreront à l'arrangement de Rome du 26 mai 1906, relatif à l'échange des mandats dans les relations internationales, d'autre part, p. 205.

Avis d'examen pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique, p. 206.

Préfecture de la Seine. — Arrêté préfectoral nommant un membre de la Commission supérieure de contrôle d'électricité, p. 206.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XXI.

Les machines agricoles et les appareils électriques en Chine, *voir* aux annonces, p. XXI.

Les machines et appareils électriques en Espagne, *voir* aux annonces, p. XXI.

Nouvelle circulaire de l'Administration douanière serbe relative aux certificats d'origine, p. XXI.

Tableau des cours du cuivre, *voir* aux annonces, p. XXIII.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Quatrième Bulletin bimensuel de 1911.

Sommaire : Procès-verbal de la Commission technique du 14 janvier 1911, p. 168. — Liste des nouveaux adhérents, p. 168. — Bibliographie, p. 168. — Compte rendu bibliographique, p, 168. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 168.



Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 14 janvier 1911.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Tainturier, président de la Commission; Eschwège, président désigné du Syndicat; Fontaine, secrétaire général; Benoist, Blondin, Bitouzet, Buffet, Della Riccia, Drin, Martin, Moret, Nicolini et Renou.

Absents excusés : MM. Cotté, Paré et Roland d'Estape.

Nomination de nouveaux membres. — La Commission nomme MM. Neu et Rieunier pour participer à ses travaux.

Grilles mécaniques. — M. Nicolini rend compte des Notes qui lui sont parvenues de MM. Cotté et Izart relativement aux grilles mécaniques Underfield Stocker et Babcox. Il donne ses conclusions qui seront reproduites dans une communication ultérieure.

Stérilisation des eaux par les rayons ultraviolets. — M. Drin donne lecture du rapport qu'il a préparé sur cette question.

Diverses indications sont données sur la lampe à arc Urbain dans le néon et sur les électrodes au tungstène.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 11 février 1911.

Membres actifs :

MM.

Bouverne (Auguste), Electricien, Directeur des Usines à gaz et électricité, Plombières (Vosges), présenté par MM. Pojawski et Delcloy.

Perrin (Paul), Chef de district à la Société béthunoise, Hôtel Serniclet, Bruay (Pas-de-Calais), présenté par MM. Cotté et E. Fontaine.

Membres correspondants :

MM.

Fichter (René), Ingénieur I. E. N., 13, rue Montant, Bar-le-Duc (Meuse), présenté par MM. E. Draux et E. Fontaine.

Le Sage (Henri), Ingénieur électricien diplômé E. P. E. I., 55, rue des Ruettes, Saint-Lô (Manche), présenté par MM. Gil et Brylinski.

Reimann (C.-W.), Ingénieur constructeur, 12, rue Hoche, Pantin (Seine), présenté par MM. Gérand et Seiler.

Bibliographie.

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907.

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905 concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (courant continu);

5° Secours à donner aux personnes foudroyées (courant alternatif);

6° Etudes sur l'administration et la comptabilité des Usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant continu);

8° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant alternatif);

9° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Rapport de la Commission des compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux *desiderata* qui leur ont été soumis par la Commission;

11° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

12° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

13° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

14° Modèle de police d'abonnement;

15° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

16° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes par Ch. Sirey;

17° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

18° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieurs à 2000 volts;

19° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

20° Arrêté technique du 21 mars 1910;

21° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

22° Extraits de l'arrêté technique du 21 mars 1910 (affiche).

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et réglementation : De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique, par MM. F. Payen et P. Weiss (suite), p. 204.

Jurisprudence et contentieux : Procès verbal du Comité consultatif du 9 janvier 1911, p. 206.

Chronique financière et commerciale : Convocations d'assemblées générales, *voir* aux annonces, p. XXI. — Nouvelles Sociétés, *voir* aux annonces, p. XXI. — Coupons et dividendes annoncés, *voir* aux annonces, p. XXI. — Appels de fonds, *voir* aux annonces, p. XXI. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI. — Nouvelles usines dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, *voir* aux annonces, p. XXXIII. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir* aux annonces, p. XXXIII.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

L'usine génératrice de Tuilière. Installations hydroélectriques du sud-ouest de la France.

Sous ce titre M. Turpain publiait dans les numéros de ce journal des 15 et 30 septembre 1910 une description des intéressantes installations effectuées par la Société « L'Énergie électrique du Sud-Ouest » pour desservir Bordeaux, Angoulême, Périgueux ainsi que les régions avoisinantes.

Les renseignements contenus dans cet article étaient puisés dans un important Mémoire de M. Claveille, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Mémoire que venaient de publier les *Annales des Ponts et Chaussées*. La publication récente, en un volume tiré à part (¹), de ce Mémoire nous fournit l'occasion d'appeler à nouveau l'attention des ingénieurs électriciens et hydrauliciens sur divers points de ce travail.

Parmi ces points, signalons tout d'abord l'étude du régime hydrologique du bassin de la Dordogne sur lequel M. Claveille fournit d'importants documents. La construction du barrage est également l'objet de renseignements techniques d'un haut intérêt : des difficultés se sont en effet présentées dans cette construction par suite de la rencontre de poches de glaise au droit de la dernière pile du barrage; un chapitre spécial du Mémoire indique comment elles ont pu être heureusement surmontées sans qu'il en résultât de retard considérable.

En ce qui concerne l'usine hydraulique et l'usine à vapeur, M. Claveille donne aussi divers renseignements qui n'avaient pu trouver place dans l'article de M. Turpain, particulièrement sur les services de pompage et de condensation, qui, dans les usines modernes à turbo-alternateurs, ont pris une importance si considérable.

Les autres points des installations sur lesquels le lecteur trouvera dans l'ouvrage de M. Claveille des indications également très détaillées sont : le poste transformateur élévateur de Tuilière, les lignes de transmission et de distribution à 50000 et 13500 volts, les postes de transformateurs abaisseurs de tension, les postes de coupure et les stations transformatrices alimentant les communes situées sur le parcours des lignes; la description de chacune de ces parties est en effet accompagnée de nombreuses figures donnant les coupes et plans des bâtiments et les schémas de montage des circuits électriques.

(¹) *L'usine hydroélectrique de Tuilière sur la Dordogne et la distribution de l'énergie électrique dans la région du Sud-Ouest*, par Albert Claveille, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. 1 volume, 160 pages, 53 figures. 17 planches hors texte, 10 photographies dans le texte. A. Dumas, éditeur, 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Prix : 10 fr.

Les usines hydroélectriques de la Suède (*suite*) (¹).

Usine de Graninge. — Dans le nord de la Suède, à Graninge, on a construit une usine qui présente un réel intérêt. Cette station est établie pour une puissance de 10000 chevaux dont 5000 chevaux sont actuellement installés et utilisés. Les unités sont chacune de 2500 chevaux, à 300 tours par minute, débitant du 5000 volts : une partie de la puissance est utilisée directement sous cette tension dans le voisinage immédiat, tandis que le reste est porté à 40 000 volts pour la transmission à grandes distances.

Les figures 5 et 6 montrent le plan et les élévations de cette station. Il n'y a pas de tube ou conduit d'alimentation spécial à chaque turbine; trois conduits desservent un collecteur commun sur lequel viennent s'alimenter les quatre turbines.

La partie centrale des bâtiments est réservée aux turbines et génératrices et constitue une très belle salle des machines. Sur l'un des côtés de cette salle se trouve un local à trois étages, destiné aux tableaux de distribution, barres omnibus à 5000 volts, appareils à basse tension, etc., tandis que l'autre aile de la salle des machines comprenant cinq étages, est destinée spécialement à la partie très haute tension, transformateurs élévateurs à 40 000 volts, appareils, etc.

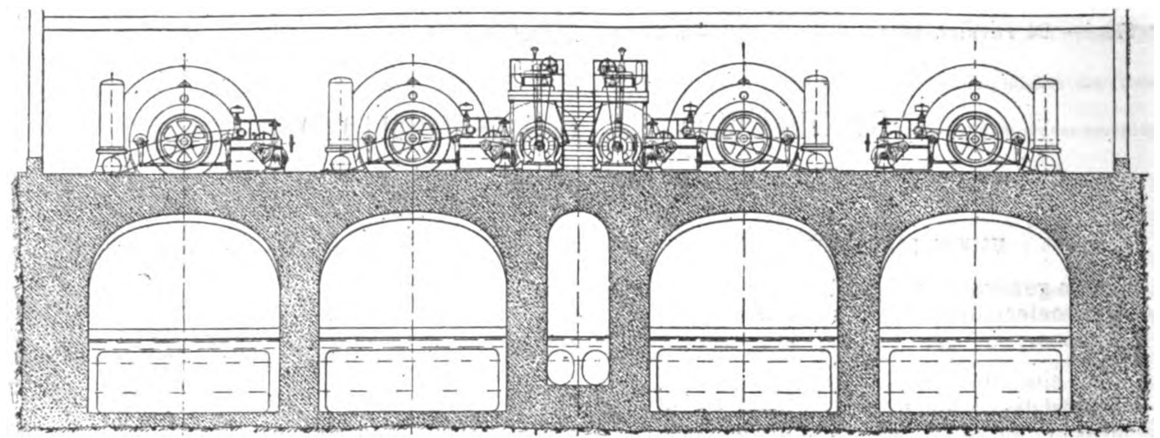
Les turbines marchent sous une chute de 16,50 m et sont à doubles roues montées sur arbres horizontaux. Chaque paire de roues est disposée dans un conduit en acier; la décharge se fait dans des conduits en fonte.

Comme l'action de volant des génératrices n'est pas suffisante pour assurer la régulation de vitesse demandée, de lourds volants sont placés entre les turbines et les génératrices. Ces volants ont leurs propres paliers; ils sont accouplés aux turbines par accouplements flexibles à bandes de cuir et aux génératrices par accouplements rigides à brides. Des régulateurs du type précédemment décrit assurent une bonne régulation de vitesse : aux essais, pour des variations brusques de la charge s'étendant à 20 pour 100 de la pleine charge, la variation de vitesse n'a pas dépassé 2,5 pour 100. Des essais ayant pour but de s'assurer si, durant les brusques variations de charge, des chocs dangereux ne se produisaient pas à la suite de coups de béliers, ont donné les plus rassurants résultats.

Les génératrices triphasées sont chacune de 2150 kilowatts, 50 périodes, 20 pôles, 300 tours : minute, 5000 volts. Le rendement aux essais est 95,4 pour 100 à pleine charge, $\cos\varphi = 1$, et 94,2 pour 100 à pleine charge $\cos\varphi = 0,8$.

(¹) V. Clayton, Communication à l'Institution of Electrical Engineers (*Journal of the Inst. of Elect. Engin.*, t. XLV, n° 203, 1910, p. 442-479). Dans la partie de cette Communication, analysée dans le numéro du 10 février, p. 113, étaient décrites les usines d'Alby, de Ringdalen et de Gullspång.

4..



Section longitudinale.

Vue en plan.

Fig. 5. — Usine de Graningc.

La régulation est 1,5 pour 100 avec cos φ = 1 et 6,3 avec cos φ = 0,8. On remarquera que cette régulation est excellente, quoique en général la régulation des génératrices employées en Suède soit loin d'être aussi bonne, 7 pour 100 et 16 pour 100 étant les chiffres les plus usuels. Il faut dire cependant qu'en raison des doutes qui s'élevaient sur la possibilité de réaliser la régulation garantie, une attention toute spéciale fut apportée à la construction des génératrices de Graninge dans le but de montrer ce qui pouvait être fait sous ce rapport.

L'ensemble de l'inducteur tournant, avec ses pôles, bras, moyeu, est en acier coulé d'une seule pièce; les épanouissements polaires, en acier forgé, sont fixés aux noyaux à l'aide de boulons à tête noyée. L'enroulement du stator est constitué par des barres logées dans des encoches demi-fermées; il y a une barre par encoche. Le bâti du stator est en deux pièces et feuilleté; une disposition spéciale rend aisées les visites et les réparations de toutes les parties de l'enroulement.

L'auteur entre ici dans une intéressante digression sur les génératrices des stations hydroélectriques. Presque toutes les stations hydroélectriques des pays scandinaves sont destinées à des transports d'énergie; aussi les génératrices sont-elles généralement du genre triphasé et celles décrites ici peuvent être considérées comme typiques. En exceptant le cas de quelques usines électrochimiques où une basse fréquence est nécessaire, la fréquence généralement adoptée est 50 périodes. Une telle unification est avantageuse.

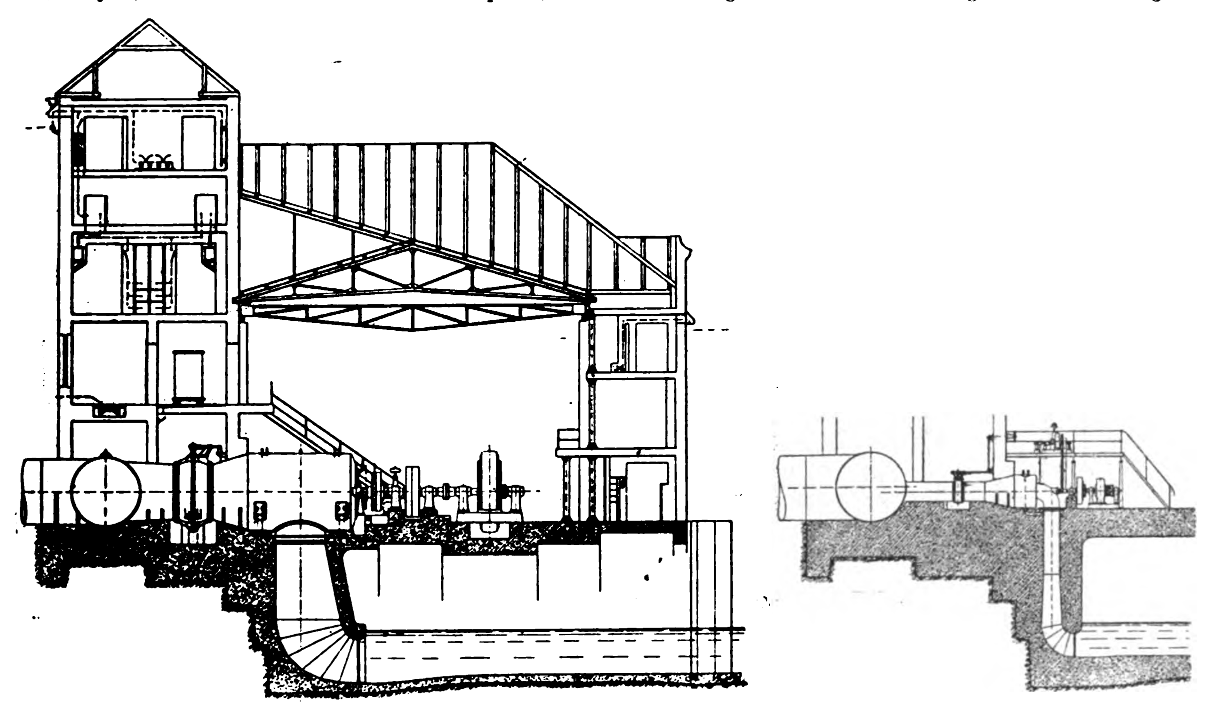


Fig. 6. — Usine de Graninge. Sections transversales.

La figure 7 se rapporte à une très intéressante génératrice, installée à Svälgfos, de 10500 kilowatts sous 10 000 volts, 50 périodes et 350 t : m. Cette machine a été construite par la Compagnie générale de Construction électrique de Suède, d'après les plans de M. Holmgren, ingénieur en chef de cette Compagnie. C'est l'une des quatre machines fournies aux usines de nitrate de Notoddens, en Norwège. Dans cette génératrice la roue ou jante du rotor et les pôles sont en acier coulé d'une seule pièce; le tout est supporté par les six bras d'un moyeu en fonte. L'anneau inducteur et les pôles sont divisés transversalement en deux parties entre lesquelles on a ménagé un canal circulaire de ventilation. L'épaisseur axiale du fer dans cette machine n'est pas moindre que 110 cm; les paliers sont du type à bague; ils sont munis toutefois, en cas de besoin, d'un dispositif de refroidissement par l'eau qui n'a d'ailleurs jamais dû être utilisé, bien qu'il soit reconnu que l'emploi d'un tel dispositif réduit ordinairement de 10° C. la température des paliers. On remarquera que le stator est en quatre pièces; cela fut nécessité pour raisons de manutention.

Quoique ces génératrices soient déjà d'une puissance colossale, elles ont été dépassées sous ce rapport par d'autres génératrices fournies par la même compagnie pour la nouvelle station créée par l'État à Trollhättan; ces dernières génératrices ont en effet une puissance de 12500 kilovolts-ampères; enfin récemment la même compagnie a reçu la commande de génératrices de 14 500 kilovolts-ampères pour l'usine de Rjukanfos. Au point de vue de la tension, il faut noter deux génératrices, uniques en Suède, en service à Brattfors; elles ont chacune une puissance de 2000 chevaux et débitent directement du 20000 volts, tension à laquelle se fait la transmission, sans que des transformateurs soient nécessaires.

Revenons à la station de Graninge. Le courant débité

par les génératrices est amené au local des barres omnibus à 5000 volts pour être distribué aux lignes de transmission à 5000 volts et aux primaires des transformateurs. Ce local est au niveau du sol; il renferme tous les transformateurs de mesure, interrupteurs à huile, ou couteaux. Les barres omnibus sont toutes disposées dans des cellules ou petits canaux fermés dont les seules ouvertures se trouvent en face des points de connexions, aux barres; les isolateurs qui supportent les barres sont également en face de ces ouvertures, de sorte qu'on peut aisément visiter les diverses parties. La distance entre les conducteurs et les parois de ces cellules est de 15 cm pour les câbles à 5000 volts, et de 30 cm pour les câbles à 40 000 volts. Les barres de raccordement, transformateurs de mesure, etc., sont isolés et placés dans des boîtes incombustibles. L'appareillage de prise de courant est très simple; il n'y a aucun fusible; des interrupteurs à huile avec relais à maxima les remplacent.

Ces interrupteurs à relais sont placés entre les génératrices et les barres à 5000 volts; on en a également disposé aux départs des lignes de transmissions à 5000 volts. Chaque génératrice possède son ampèremètre, son voltmètre, wattmètre et appareil de synchronisation. Les barres à 5000 volts sont en plusieurs sections, de sorte que les génératrices peuvent, à volonté, débiter sur des sections séparées ou marcher en parallèle. Entre les barres à 5000 volts et les primaires des transformateurs élévateurs, il n'y a pas d'interrupteurs à huile, mais simplement des couteaux ou connecteurs à charnière.

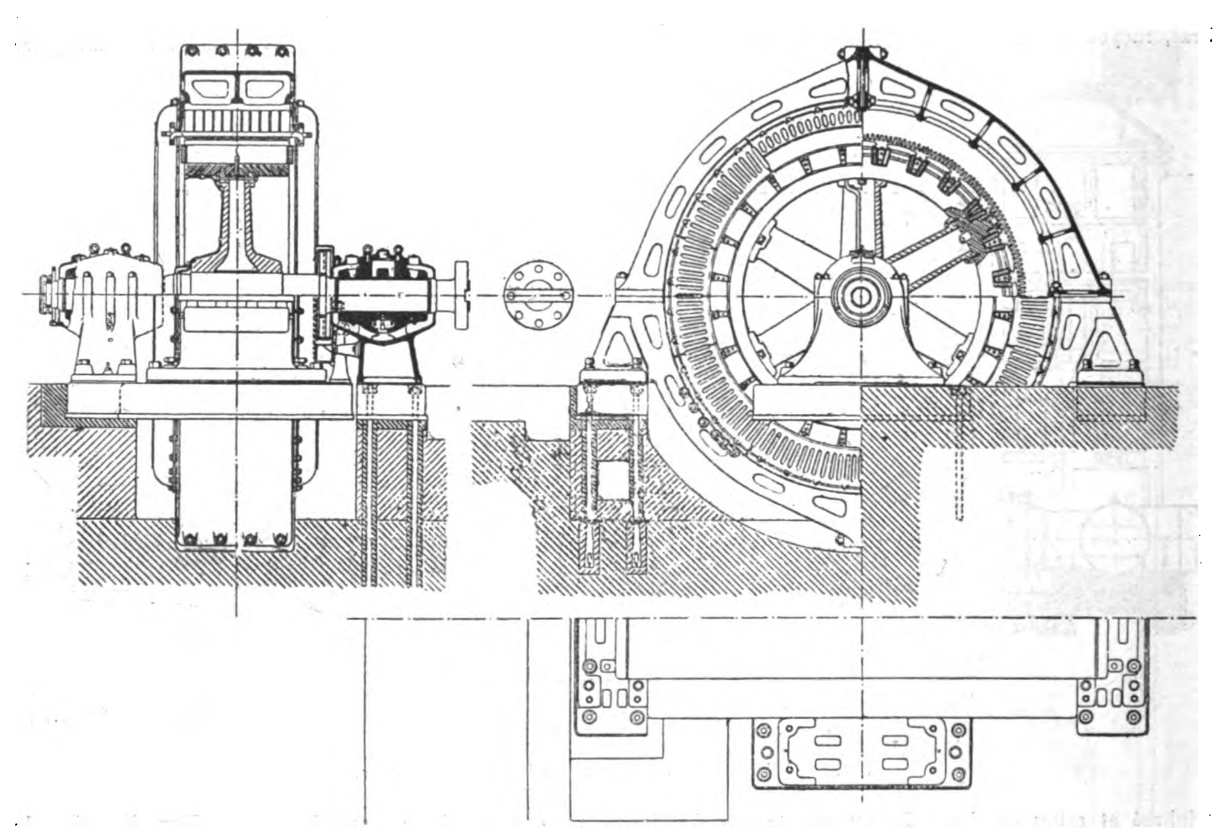


Fig. 7. — Génératrice de 10500 kw. (Usine de Svälgfos.)

Les transformateurs sont du type monophasé, de chacun 720 kilowatts, et sont disposés par groupes de trois pour former des systèmes de transformation triphasés, d'une puissance de 2160 kilowatts pour chacune des trois génératrices. Du côté secondaire à haute tension des transformateurs sont montés des interrupteurs tripolaires à huile avec relais à maxima, ainsi que des *connecteurs* ou couteaux permettant de coupler l'un quelconque des transformateurs à l'un ou à l'autre des deux groupes de barres omnibus à 40 000 volts. Les départs des lignes de transmission, au nombre de deux, ont chacun leur interrupteur à huile et à relais à maxima; ils peuvent être branchés, au moyen de couteaux, sur l'un ou l'autre des groupes de barres à 40 000.

Comme il est bien connu, de grandes précautions doivent être prises contre les effets des décharges atmosphériques, ou des surtensions dues à d'autres causes. Les difficultés sont encore accrues avec des tensions aussi élevées; de plus, les dures conditions climatériques de la Suède, tout particulièrement défavorables dans une région aussi septentrionale que celle où se trouve la station de Graninge, nécessitaient sous ce rapport une attention spéciale. On emploie des limiteurs de tension

à galets de zinc et des parafoudres à cornes; de plus de fortes bobines d'impédance sont interposées entre ces appareils de protection et les barres à 40 000 volts. Sur chaque phase des lignes de départ, il y a deux parafoudres à cornes en série dont l'un est connecté en parallèle avec une résistance à eau. Les résistances à eau sont constituées par de très gros tuyaux de faïence vernissée, recourbés en deux branches et remplis d'eau. Les extrémités des deux branches sont fermées par des couvercles libres en laiton à travers lesquels passent les câbles terminés par des bouts de fils en spirale qui plongent dans l'eau.

Les parafoudres à cornes et les résistances de chaque phase sont placés dans de petites chambres séparées.

On a trouvé qu'une distance explosive de 32 mm pour le premier parafoudre et de 40 mm pour le deuxième, monté en parallèle avec la résistance, donnaient les meilleurs résultats. Un autre moyen de prévenir les effets de surtension sur les lignes de transmission, moyen qui s'est montré très efficace, consiste à connecter les lignes à la terre par l'intermédiaire de résistances fixes. Les résistances sont réglées de façon à laisser passer à la terre d'une façon constante un très faible courant; de telles connexions à la terre ont pour effet de débarrasser la ligne des moindres charges statiques qui sans cela s'y accumuleraient. Des expériences ont été faites pour le choix d'une résistance appropriée, en particulier avec du carbone, mais les meilleurs résultats ont été fournis par une résistance à eau en circulation.

Le tableau de distribution proprement dit est placé au premier étage, au-dessus du local des barres à 5000 volts. Il a la forme d'un pupitre circulaire à dessus incliné derrière lequel sont disposés plusieurs piliers en fonte portant les instruments qui correspondent aux appareils interrupteurs, montés sur les panneaux du tableau-pupitre. Tous les interrupteurs situés dans les diverses parties du bâtiment sont contrôlés électriquement depuis le tableau, aussi bien d'ailleurs que tous les rhéostats et les vannes de turbines, de sorte que, de ce point, la station entière se trouve contrôlée.

Des lampes-signal indiquent si les interrupteurs sont fermés ou ouverts. Le tableau étant de forme circulaire permet à l'opérateur placé au centre de voir d'un coup d'œil n'importe quel instrument sans être obligé de courir de l'un à l'autre; de plus, on a une vue entière sur la station et les locaux de transformateurs, car, à la base des piliers portant les instruments, il existe un espace libre donnant sur la salle des machines.

Les transformateurs, comme il a été dit, sont du type monophasé en groupes de trois, à bain d'huile et refroidissement à eau; l'eau de circulation passant dans des serpentins immergés dans l'huile. Chaque transformateur est placé dans un petit local, ou cellule incombustible, les diverses cellules étant disposées en une rangée au premier étage du bâtiment à 40 000 volts, au même niveau que la plate-forme des tableaux de distribution et juste en face.

Les cellules ont des portes en fer à l'avant et à l'arrière et ouvrent ainsi, d'un côté sur la salle des machines et de l'autre sur un longue plate-forme où courent des rails conduisant à un atelier de réparation. Les transformateurs reposent sur de légers châssis à roues, de sorte que l'un quelconque d'entre eux peut être enlevé et remplacé avec la plus grande facilité. Les portes des cellules de transformateurs orientées du côté de la salle des machines restent généralement ouvertes, principalement

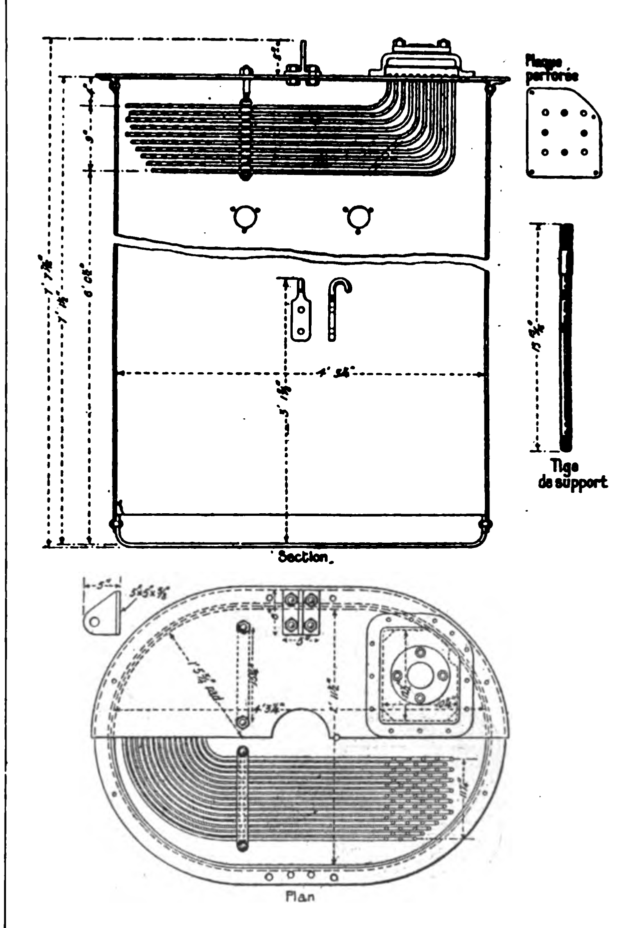


Fig. 8. — Usine de Graninge.
Cuve des transformateurs de 720 kw.

dans le but de s'assurer si l'eau des serpentins-refroidisseurs circule convenablement; on peut observer cela de la salle des machines ou de la plate-forme de distribution. Des signaux indiquent si la température d'un transformateur s'élève trop haut, et en cas de feu, les portes de fer des cellules peuvent être instantanément fermées en agissant sur un levier.

Les systèmes refroidisseurs des transformateurs sont constitués par plusieurs tubes de cuivre de faible diamètre disposés parallèlement comme dans une petite chaudière à tubes d'eau. La figure 8 donne un croquis de la cuve et des tubes refroidisseurs; les tubes sont disposés au-dessus du transformateur et fixés au couvercle. Ce système permet d'obtenir une grande surface de refroidissement dans un espace relativement restreint. De plus, les tubes se trouvant à la partie supérieure de

la cuve, où l'huile est la plus chaude, cette disposition est la plus rationnelle et la plus efficace ([1]).

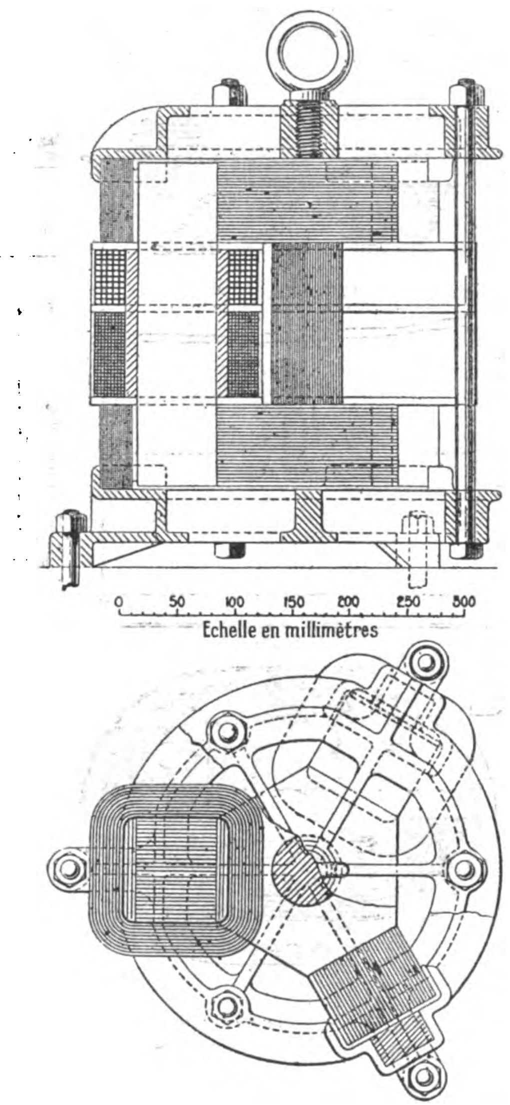


Fig. 9. — Dessin original du premier transformateur triphasé construit en Suède (1890).

Nous arrivons maintenant aux lignes de transmission. La plus grande distance à partir de Graninge est d'environ 65 km ([2]). La ligne consiste en trois conducteurs de 4,5 mm supportés par des poteaux en bois et disposés en triangle équilatéral, la distance entre fils étant de 1,25 m environ. Les poteaux sont distants de 40 m, sauf aux traversées de rivière où la portée atteint 130 m; à noter aussi la traversée d'un estuaire sur une distance de 360 m; dans ce dernier cas, les conducteurs et leurs isolateurs sont supportés par des cadres triangulaires suspendus à un câble d'acier; ce câble passe sur des galets montés au sommet de pylones de 37 m de hauteur, placés sur chaque rive, et vient s'amarrer dans le roc à chaque extrémité.

(*A suivre.*) G. S.

([1]) L'auteur donne le dessin du premier transformateur triphasé construit en Suède, en 1890, par Jonas Wenström. Nous le reproduisons figure 9. On remarquera que les enroulements primaire et secondaire comprennent deux bobines par phase, disposées l'une au-dessus de l'autre. Les culasses d'extrémité sont constituées par des tôles de forme hexagonale dont les joints sont croisés par rapport aux joints des tôles des noyaux.

([2]) Il existe évidemment en Suède des transmissions à plus grandes distances : par exemple, celle d'Hemsgo (96 km), de Yugredsfors-Valberg (90 km); de nombreuses transmissions à très grande distance sont d'autre part en construction. Il serait même question de transporter l'énergie des Chutes de Trollhättan à Copenhague, soit sur une distance de 350 km, dont 8 km au-dessus de la mer entre la Suède et le Danemark.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Application du froid dans l'industrie des accumulateurs électriques ([1]).

Les questions de température jouent un rôle très important, aussi bien pendant la fabrication des accumulateurs électriques que pendant leur fonctionnement.

Ce rôle est très complexe et si, pour certaines opérations particulières de la fabrication des plaques, on a avantage à travailler à basse température, dans d'autres cas, c'est le contraire qui a lieu et une température élevée devient plus avantageuse. De même, pendant le fonctionnement des accumulateurs, la température influe différemment sur les différents facteurs, les uns étant favorisés par une température élevée; les autres, par une température basse.

L'auteur examine ici les cas, d'ailleurs peu nombreux, où les basses températures jouent un rôle favorable et où l'on peut avoir intérêt à appliquer le froid. Pour l'étude générale de la question, il rappelle qu'elle est traitée avec quelques détails dans son Ouvrage sur les accumulateurs électriques ([2]).

Ce n'est guère que sur les actions locales qu'on gagnerait en refroidissant les éléments pendant leur fonctionnement. On sait que l'accumulateur perd, pendant le repos, une partie de sa charge, par suite de réactions diverses qu'on désigne sous le nom d'*actions locales* et qui provoquent une décharge des plaques sans production correspondante d'énergie électrique. La plus importante de ces actions locales est l'attaque directe du plomb spongieux par l'acide sulfurique, attaque d'autant plus rapide que l'acide est plus concentré, plus impur et aussi que la température est plus élevée. Une diminution de la température permettrait donc de réduire les actions locales, ce qui se traduirait pratiquement pour l'élément par une plus longue conservation de sa charge. Malheureusement, il n'y a pas à envisager une telle opération parce que, indépendamment de son coût, elle serait désavantageuse à d'autres points de vue et notamment en ce qui concerne la capacité des élé-

([1]) L. JUMAU, *Congrès international du froid*, Vienne, 1910.

([2]) L. JUMAU, *Les accumulateurs électriques*. H. Dunod et Pinat, éditeurs.

ments qu'elle abaisserait dans une assez forte proportion. D'ailleurs, même aux températures ordinaires de fonctionnement, un accumulateur bien construit n'a que des actions locales très peu importantes et s'il doit rester longtemps isolé on a d'autres moyens d'atténuer celles-ci, tel que, par exemple, celui qui consiste à diminuer la concentration de l'acide sulfurique.

Au contraire, le froid a pu trouver une application dans le cours de la fabrication des plaques et pendant la phase qu'on appelle la formation de certaines plaques positives.

A ce propos nous pourrons donner une idée de la complexité dont nous parlions plus haut au sujet de l'influence générale de la température en faisant remarquer qu'il ne s'agit ici que d'un certain type de plaques positives, les plaques à grande surface, soumises à un mode particulier de formation, la formation électrochimique. L'abaissement de la température serait en effet désavantageux pendant la formation des plaques à oxyde rapporté et aussi pendant la formation des plaques positives à grande surface par la méthode Planté. Pour cette dernière on a même réalisé l'échauffement des batteries de formation.

Lorsqu'on forme des plaques positives à grande surface par la méthode électrochimique, on prend comme électrolyte une solution renfermant de l'acide sulfurique et en outre certaines autres substances. Parmi celles-ci, les plus communément employées sont des sels, tels que nitrates, chlorates, perchlorates, dont les anions peuvent former avec le plomb un sel soluble. Pendant la charge de formation ces anions vont se rendre à l'anode pour tendre à y attaquer et y dissoudre le plomb, tandis que l'ion SO^4, qui s'y rendra aussi, tendra à précipiter le plomb sous forme de sulfate de plomb insoluble susceptible de se transformer ensuite, par le courant, en peroxyde de plomb.

Si les ions formant le sel soluble (AzO^3 ou ClO^3 par exemple) arrivent à l'anode en trop grand nombre par rapport à celui des ions SO^4, il y aura précipitation de sulfate de plomb en dehors de la plaque et celle-ci s'attaquera fortement. Si, au contraire, ce sont les ions SO^4 qui prédominent à l'anode, la plaque se recouvrira rapidement d'une mince couche de sulfate de plomb qui se transformera en peroxyde de plomb et la plaque n'aura qu'une faible capacité.

Pour obtenir une couche de peroxyde de plomb adhérente et d'une épaisseur suffisante sans attaquer trop fortement la plaque, il faut réaliser certaines conditions pendant la formation. En général celle-ci se fait de la façon suivante : les plaques à former sont montées dans des bacs en présence de contre-électrodes en plomb. On remplit les bacs de l'électrolyte renfermant une quantité déterminée d'acide sulfurique et de substance accélératrice, puis on charge, les plaques à former étant prises comme anodes, à une intensité et pendant un temps déterminés.

Les facteurs qui influent alors sur l'épaisseur de la couche de peroxyde et par suite sur la capacité sont : concentration en acide sulfurique, concentration en substance accélératrice, quantité d'électrolyte, intensité du courant, quantité d'électricité, température.

Ce dernier facteur n'est pas le moins important lorsqu'on fait usage de sels oxydants (nitrates, chlorates) comme substances accélératrices. Voici, par exemple, quelques chiffres obtenus avec un électrolyte additionné de nitrate de sodium

Température de formation en degrés C.	Capacité surfacique de la plaque formée en ampère-heure, par dm² de surface active.
40	0,274
27	0,695
13	0,905

Dans ces expériences toutes les autres conditions, sauf la température, étaient exactement les mêmes.

Comme on le voit, les basses températures permettent d'obtenir une couche plus épaisse de peroxyde de plomb et par suite une capacité plus élevée ([1]).

Pour expliquer le rôle de la température, il faudrait tout d'abord étudier, au moyen des coefficients de température, comment varie le rapport des anions AzO^3 à celui des anions SO^4 se rendant à l'anode lorsqu'on fait varier la température. Mais cette influence ne paraît pas de grande importance et indiquerait plutôt un avantage pour les températures élevées.

C'est surtout par suite de l'augmentation du coefficient de diffusion en fonction de la température que ce facteur paraît agir. Lorsqu'en effet on se trouve en présence d'oxydants comme les nitrates et les chlorates, il y a, pendant la formation, réduction de ceux-ci à la cathode et l'électrolyte s'appauvrit de plus en plus en ces substances. Avec le nitrate de sodium, voici d'ailleurs quelques chiffres indiquant cette diminution de concentration exprimée en nitrate de sodium, les ions AzO^3 servant de dépolarisant à la cathode en disparaissant sous forme de bioxyde d'azote

	Teneur en grammes AzO^3Na par litre.
Au début de la formation	7,6
Après 15,8 heures	1,5 à 2,0
» 28 »	0,9
» 40 »	0,3
» 52 »	0,3
» 71 »	0,15
» 76 »	0,10

Or on sait que la diffusion se fait d'autant plus facilement que la température est plus élevée. C'est donc aux températures les plus basses que la diffusion de l'acide nitrique à la cathode et sa réduction en bioxyde d'azote se feront le plus lentement, ce qui revient à dire que c'est dans ces conditions que les ions AzO^3 agiront le plus longtemps à l'anode et la formeront plus profondément.

Dans la formation électrochimique des plaques à grande surface on peut donc appliquer avantageusement le froid, soit pour former plus profondément les plaques, soit encore pour permettre de maintenir constante, été comme hiver, la température de formation et d'obtenir

([1]) G. Just, P. Askanasy et B. Mitrofanoff (*Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XV, 15 novembre 1909, p. 872) ont également vérifié ce fait par expérience.



par conséquent dans tous les cas les mêmes résultats. Ce dernier point est très important pour le constructeur d'accumulateurs car si les conditions sont réglées pour l'été, on risque d'avoir en hiver des plaques trop formées et durant par conséquent moins longtemps. Au contraire, si les conditions sont telles qu'en hiver on obtienne la formation normale, en été on obtiendra des plaques insuffisamment formées et, par suite, ne donnant pas la capacité.

C'est pour cette raison que certains constructeurs refroidissent leurs bains de formation à une température maintenue constante et qui peut être voisine de 10° C, ou même quelquefois un peu inférieure.

A notre connaissance, c'est la Société pour le travail électrique des métaux qui, la première, a appliqué ces principes. Elle possédait, en effet, en 1898, une installation de formation à froid. Les bacs de formation, remplis de l'électrolyte au nitrate, étaient disposés dans des caisses en bois dans lesquelles circulait un liquide froid provenant d'une machine à ammoniaque. La température des bains de formation était ainsi maintenue constante à 10° C. On obtenait alors une formation très régulière et, sans attaque trop profonde, les plaques donnaient une grande capacité. T.P.

Masse active pour l'électrode positive d'accumulateurs alcalins [1].

Lorsque la masse dépolarisante a, comme dans le cas de l'oxyde de nickel, une conductibilité insuffisante, on a trouvé avantageux d'incorporer mécaniquement dans la masse un composé oxydé d'un métal facilement réductible, par exemple l'oxyde de cadmium, dans le but d'augmenter la conductibilité.

D'après le nouveau brevet, on obtient un bien meilleur résultat si, au lieu de mélanger mécaniquement les composés oxydés, on les emploie combinés chimiquement.

Les travaux de Berzélius ont montré que les oxydes de nickel forment avec les autres oxydes métalliques de véritables sels dans lesquels le nickel fait partie du radical acide, si l'autre oxyde est plus basique et *vice versa*.

On obtient ici ces combinaisons en précipitant ensemble les deux oxydes du mélange de leurs solutions. On prend par exemple une solution renfermant du sulfate de nickel et du sulfate de cadmium dans la proportion de quatre équivalents de nickel pour un de cadmium. On précipite par une solution déterminée de soude caustique et de chlorure de sodium. Le précipité noir ainsi obtenu est lavé et séché. La matière sèche est pulvérisée et introduite de la manière connue dans les moules des électrodes.

La capacité massique et volumique de la matière active est alors beaucoup plus grande que lorsqu'on mélange mécaniquement les deux constituants dans les mêmes proportions.

Le cadmium peut être remplacé par d'autres métaux lourds, tels que l'argent, le cuivre, le mercure. Avec le cuivre, on part des solutions de sulfates; avec l'argent, des nitrates, et avec le mercure, des chlorures.

On peut également employer d'autres métaux que ceux facilement réductibles. Avec le magnésium, par exemple, le nickel forme aussi un sel insoluble dans l'alcali et l'on obtient une augmentation de capacité de 10 pour 100. T. P.

(1) Nya Ackumulator Aktiebolaget Jungner. Brevet français, n° 415 414, du 30 avril 1910.

Accumulateur électrique [1].

Cet élément est un accumulateur alcalin. Le bac est en métal connu sous le nom de métal *Monell* qui est un alliage de 70 pour 100 de nickel et de 30 pour 100 de cuivre.

Chacune des électrodes consiste en matière active maintenue dans un récipient perforé qui peut être constitué par une toile métallique faite de fil de fer nickelé. La matière active des électrodes positives se compose d'un mélange de 60 pour 100 d'oxyde d'argent et de 40 pour 100 d'hydrate de nickel. Ce mélange est tassé dans les récipients et est ensuite réduit par l'électrolyse à l'état métallique, puis réoxydé.

La matière active des électrodes négatives consiste en un mélange de 60 pour 100 d'oxyde de cadmium et de 40 pour 100 d'hydrate de nickel tassé dans les récipients et amené par réduction à l'état métallique. L'électrolyte est une solution de soude caustique.

T. P.

Pile électrique [2].

Les électrodes positives sont des lames de charbon, dont trois côtés sont noyés dans les parois du bac. Les électrodes négatives sont des plaques de fer suspendues dans les compartiments ainsi formés. Ces plaques sont entourées d'une enveloppe semi-perméable (papier parchemin ou feutre), afin d'éviter l'attaque directe du fer par la solution ferrique dépolarisante. Dans le cas où l'on emploie le chlorure ferrique comme dépolarisant, la réaction est la suivante :

$$Fe + Fe^2Cl^6 = 3\,FeCl^2.$$

La solution dépolarisante peut être régénérée en oxydant le chlorure ferreux formé, soit par l'air en faisant circuler cette solution dans une colonne de coke, soit par l'intermédiaire d'un oxydant (acide nitrique, peroxyde d'azote, bioxyde de manganèse, etc.).

Au lieu du chlorure ferrique, on peut également employer le sulfate ferrique comme dépolarisant.

T. P.

(1) H.-W. Fuller. Brevet français 410906 du 17 décembre 1909.

(2) L.-P. Basset. Brevet français, n° 412482, du 17 décembre 1909.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Les installations de « L'Énergie électrique du Centre » dans la région de Saint-Étienne.

L'Énergie électrique du Centre ne possède, à proprement parler, aucune usine de production, dans la région de Saint-Étienne.

La Société exploite les usines de la Compagnie électrique de la Loire, en vertu du contrat qu'elle a passé avec cette Compagnie, pour une durée de 40 ans. La puissance totale installée dans ces usines est de 18000 chevaux environ (vapeur ou hydraulique).

D'autre part, ainsi qu'il a été indiqué dans un précédent article, la Société a passé un contrat d'après lequel lui est livrée à Saint-Chamond une puissance supplémentaire de 12000 chevaux hydrauliques produits sur l'Eau-d'Olle et la Roizonne.

Enfin la Société peut disposer des usines à vapeur de secours de divers abonnés, tels que : les Compagnies de Tramways, la Société d'Électricité de Saint-Chamond, etc.

Poste principal de distribution. — Le poste principal de distribution a été choisi dans la ville de Saint-Étienne, à l'usine de Montaud.

Les canalisations permettent d'amener au poste de Montaud l'énergie produite par l'une quelconque des usines, et de la distribuer dans tous les centres de consommation, soit à 30000 volts, soit à 5700 volts.

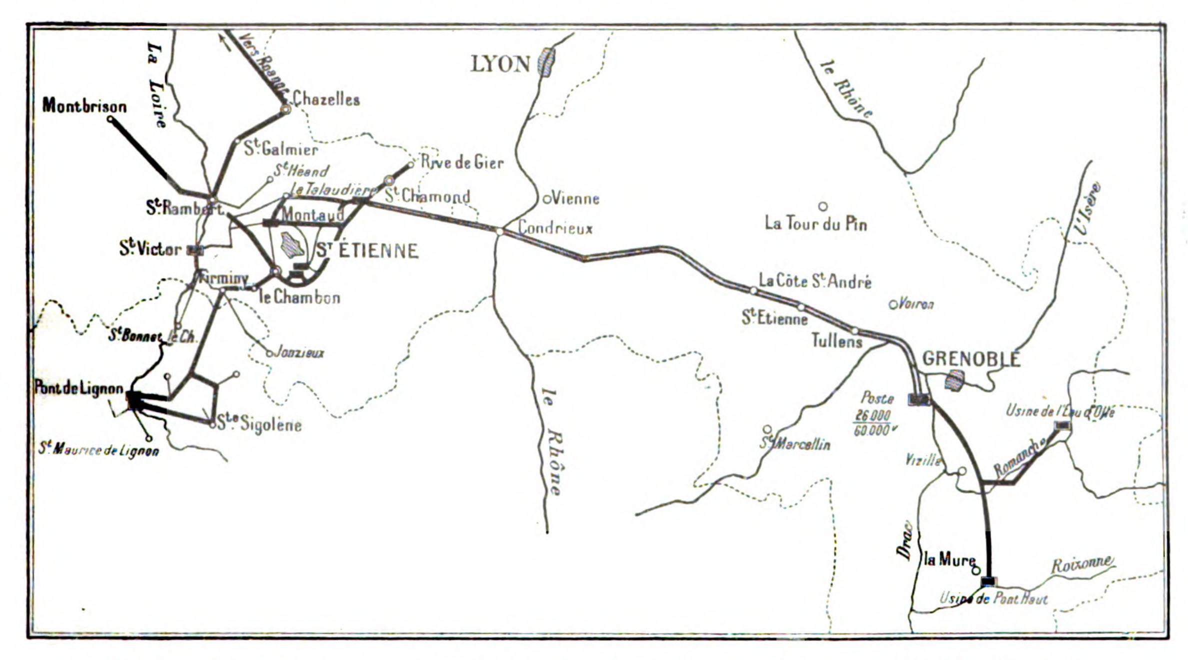


Fig. 1. — Lignes de la région de Saint-Étienne et ligne de transmission Grenoble-Saint-Chamond.

Quoique toutes les manœuvres soient prévues pour qu'une usine quelconque, telle que celle des Rives ou de Saint-Victor, soit en mesure d'envoyer du courant à Montaud, pratiquement l'Énergie électrique du Centre ne recevra à Montaud que l'énergie provenant des quatre sources principales, savoir :

1° Région du Dauphiné (Usine du Pont Haut sur la Roizonne, et usine de l'Eau d'Olle);

2° Usine hydraulique du Château de Lignon (Haute-Loire);

3° Usine à vapeur de Roanne;

4° Usine à vapeur de Montaud.

Lignes haute tension. — Les lignes haute tension principales qui réunissent le poste de Montaud aux diverses sources d'énergie énumérées ci-dessus, sont les suivantes (*fig.* 1) :

1° *Montaud-Saint-Chamond.* — L'Énergie électrique du Centre a construit une ligne 30000 volts, à 6 fils, de Montaud à Saint-Chamond, par le Devey et Terrenoire. A Saint-Chamond elle prend livraison du courant venant du Dauphiné et amené par une ligne 54000 volts dans un poste de transformation 55000-30000 volts.

C'est à l'extrémité de la ligne Montaud-Saint-Chamond qu'est l'usine électrique de Saint-Chamond, où la Société a

4....



construit un poste de transformateur important. Ce poste est le point de livraison de l'énergie utilisée par la Société d'Électricité de Saint-Chamond, et le point de départ du réseau de distribution à 10000 volts, de la vallée du Gier.

Une seconde ligne à 30000 volts relie Montaud à Saint-Chamond par la Talandière, elle est formée de 3 fils.

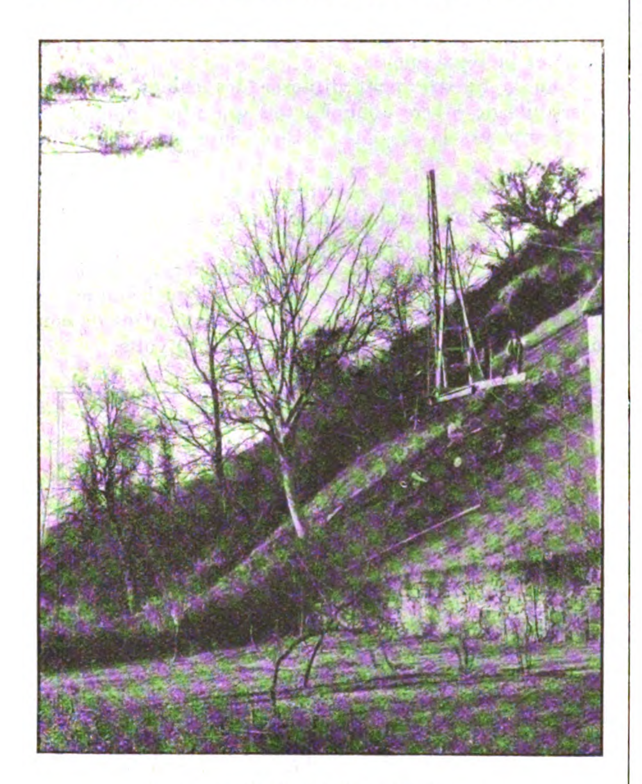


Fig. 2. — Pylône à flanc de côteau.

2° *Montaud-Lignon*. — La Compagnie électrique de la Loire a construit une ligne 30000 volts, partie à 6 fil, partie à 3 fils de Montaud au Lignon.

Par son contrat avec la Compagnie, l'Énergie électrique du Centre peut utiliser cette ligne pour desservir tous ses abonnés.

3° *Montaud-Roanne*. — L'Énergie électrique du Centre a construit une ligne 30000 volts à 6 fils de Montaud à Andrezieux et à Chazelles afin de livrer le courant destiné à la Société l'Énergie industrielle.

L'Énergie électrique du Centre vient, en outre, de relier Chazelles à l'usine de Roanne par une ligne haute tension dont une partie, à 30000 volts, aboutit à l'usine de la Vourdiat (dont cette Société a l'exploitation), où un poste transformateur 30000-20000 volts envoie du courant à 20000 volts jusqu'au poste de Montagny, situé sur le secteur de Roanne.

Les lignes appartenant à l'Énergie électrique du Centre ont été particulièrement soignées, parce qu'elles sont destinées aux transports de quantités considérables d'énergie, destinée à la clientèle toute spéciale que l'Énergie électrique du Centre possède dans la région de Saint-Étienne.

Ces canalisations ont été construites entièrement en pylônes (*fig.* 2 et 3) ou en poteaux ciment armé, type Montluçon renforcé.

Clientèle. — L'Énergie électrique du Centre ne dessert, dans la région de Saint-Étienne, que des abonnés très importants ou des sociétés de distribution d'énergie dont elle est le fournisseur exclusif, et auxquels elle a réservé toute la petite clientèle.

Parmi les principaux abonnés de l'Énergie électrique du Centre dans la région de Saint-Étienne, citons :

1° Compagnie électrique de la Loire;

2° Société d'Électricité de Saint-Chamond;

3° Énergie industrielle;

4° Société anonyme du Gaz de Firminy et du Chambon;

5° Divers abonnés : Compagnie des chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne, Firminy, Rive-de-Gier et Extensions; Compagnie des Tramways électriques de Saint-Étienne; Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt; Société nouvelle des Établissements de l'Horme et de la Buire, Forges d'Assailly, etc.



Fig. 3. — Mise en place d'un pylône.

L'Énergie électrique du Centre a garanti à ses abonnés 15000 chevaux environ, à prendre dans un délai assez rapproché.

Usines de production. — Les usines que la Compagnie électrique de la Loire met, par son contrat, à la disposition de l'Énergie électrique du Centre, sont les suivantes :



Usine de Saint-Victor. — L'usine de Saint-Victor a été installée de 1892 à 1894, au début même de l'industrie électrique. C'est pour son exploitation qu'avait été constituée la Compagnie électrique de la Loire.

L'usine est établie sur la branche principale du canal du Forez dérivé de la Loire, immédiatement à l'aval du souterrain du Châtelet, près de Saint-Victor-sur-Loire.

Cette usine est mixte et comprend trois turbines hydrauliques, de la maison Neyret-Brenier, de 300 chevaux chacune, commandant un alternateur triphasé à 5200 volts, type Œrlikon, et deux groupes à vapeur composés de machines Biétrix compound tandem, de 300 chevaux, avec éjecto-condenseur, commandant des alternateurs triphasés de 200 kv-A sous 88 volts, munis de transformateurs élévateurs. Ces alternateurs présentent un intérêt historique : ce sont les machines de Lauffen Franckfort qui ont servi à la première démonstration de la possibilité du transport de la puissance à grande distance.

Bien qu'assez ancienne et entravée par les ensablements des crues de la Loire, cette usine constitue un secours important et un centre de distribution bien placé sur la vallée de la Loire.

Usine des Rives. — En 1895, la Compagnie électrique de la Loire avait envisagé la distribution à Saint-Étienne, par quatre usines produisant le courant, sous 200 volts, et distribution directe aux abonnés. Ce mode de distribution avait été préconisé, en raison des inconvénients présentés par le transport à grande distance, au moyen de lignes aériennes haute tension.

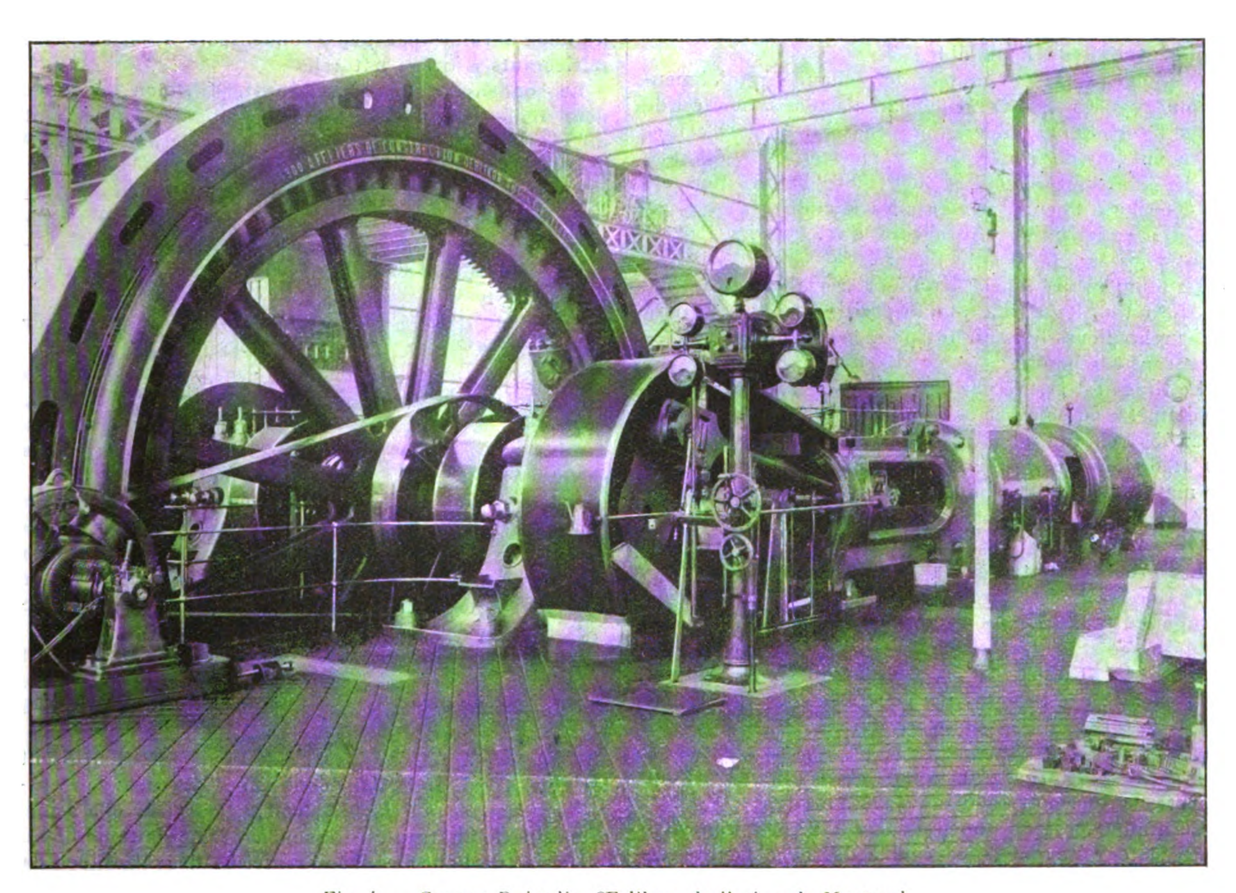


Fig. 4. — Groupe Dujardin-Œrlikon de l'usine de Montaud.

Une seule de ces usines a été construite, en 1895, et le programme a été abandonné. Cette usine est l'usine des Rives, qui renferme quatre groupes de 200 chevaux comprenant une machine compound Biétrix commandant un alternateur Œrlikon, 220 volts. Cette usine, actuellement arrêtée, est maintenue en bon état de fonctionnement, et peut être mise en route pour service de secours.

Usine des Trois-Meules. — L'usine des Trois-Meules, installée en 1900 par M. Grammont, renferme deux groupes de 800 chevaux composés de chaudières Bonnet et Spasin à bouilleurs, machine Piguet et alternateurs à volant Labour et Grammont à 5500 volts.

Cette usine, qui possède la condensation et un dispositif de refroidisseurs à jets, constitue un secours très utile dans les quartiers sud de la ville de Saint-Étienne.

Usine de Montaud. — La plus grande usine à vapeur de Saint-Étienne, également la plus récente, est placée dans le quartier de Montaud.

Les chaudières sont du type Buttner, construites par la maison Biétrix, Leflaive et Cie, de Saint-Étienne, et comprennent :

Dix chaudières de 170 m² de surface de chauffe, pouvant fournir chacune 3100 kg de vapeur à l'heure, à la pression de 13 kg : cm².

Six chaudières de 259 m² de surface de chauffe produisant 4660-5100 kg de vapeur à l'heure à la pression de 13 kg : cm².

Ces chaudières sont munies de surchauffeurs de 85 m², capables de maintenir une température de 300° au égime de 5100 kg.

Deux pompes électriques débitant respectivement 13 et 43 m³ à l'heure sous 13 kg : cm² jointes à trois pompes à vapeur, débitant respectivement 13 m³ : h, assurent l'alimentation de l'ensemble.

Ces chaudières sont munies de réchauffeurs d'alimentation type Green et Lemoine. La vaporisation est de 8,300 kg d'eau par kilogramme charbon à 8000 cal et 20 pour 100 de cendres, la vapeur obtenue étant à 13 kg : cm² de pression et 300° pour l'allure normale de 4660 kg à l'heure, aux grandes chaudières.

Cette vaporisation est encore de 7,900 kg l'allure étant poussée à 5100 kg à l'heure.

La température de surchauffe est réglable entre 280° et 320° à tous les régimes; un dispositif permet de mettre les surchauffeurs hors circuit pour la machine fonctionnant sans surchauffe.

Le tirage est assuré par deux cheminées, l'une de 3 m de diamètre au sommet et de 50 m de hauteur, suffisant pour 4500 chevaux, l'autre de 3,30 m au sommet et de 60 m de hauteur, suffisante pour 9000 chevaux, et permettant ainsi l'adjonction d'un quatrième groupe électrogène de 5000 chevaux, c'est-à-dire l'installation de 13500 chevaux à l'usine.

Les groupes électrogènes comprennent :

1° Une machine Dujardin (*fig.* 4) de 1200-1600 chevaux, compound tandem, double, à triple expansion et quatre cylindres, distribution Corliss, commandant un alternateur volant Œrlikon triphasé 5700 volts et marchant à vapeur saturée sans surchauffe;

2° Un turbo alternateur type Rateau, 2400-2800 chevaux, de la maison Sautter-Harlé, accouplé à un alternateur Œrlikon, triphasé 5700 volts, avec excitatrice en bout d'arbre, et tournant 1500 tours par minute.

Ce groupe possède une puissance de 1600 kilowatts pour facteur de puissance égal à 0,7 avec facilité de surcharge de 10 pour 100 pendant 1 heure.

Les garanties étaient les suivantes :

Surchauffe	270°
Consommation à pleine charge	8,4 kg par kw-h
Consommation à demi-charge	9,4 kg par kw-h
Écarts de vitesse instantanée	5 pour 100
Élévation de température en charge	50°
Chute de tension	400 volts

3° Un turbo-alternateur type Curtis de construction Biétrix-Thomson d'une puissance normale de 3000 kilowatts avec surcharge à 3660 kilowatts pendant 2 heures, à la vitesse de 1000 tours par minute.

Ce groupe peut fournir 3000 kilowatts avec $\cos\varphi = 0,8$, soit 3750 kv-a. sous 5700 volts, et supporter une surcharge instantanée de 50 pour 100.

Les garanties sont les suivantes :

Surchauffe	300°
Consommation à pleine charge à 3000 kilowatts	7,05 kg par kw-h
Consommation à pleine charge à 1500 kilowatts	7,50 kg par kw-h
Écarts de vitesse instantanée	5 pour 100
Élévation de température en charge	50°
Chute de tension pour $\cos\varphi = 1$	8 pour 100
Essais d'isolement sous	11 000 volts

L'usine comprend donc une puissance totale de 8500 chevaux environ. La condensation est assurée pour les deux turbines par deux condenseurs à surface avec réfrigérants à tirage naturel.

Le condenseur du groupe Sautter-Œrlikon est prévu pour condenser 15000 kg de vapeur à l'heure en donnant un vide de 90 pour 100 avec une circulation de 675 m³ d'eau à 25°.

Le condenseur du groupe Biétrix-Thomson assure les consommations garanties avec un volume d'eau de refroidissement égal à 1000 m³ à 15°; son moteur a une puissance de 110 chevaux pour l'eau de circulation, et de 75 chevaux pour les pompes à air et à eau.

Les réfrigérants à tirage naturel sont au nombre de quatre ayant des débits de 675 m³ chacun.

Les réfrigérants prévus sont capables d'abaisser la température de l'eau chaude de circulation de 12° environ, quels que soient la saison et l'état hygrométrique ambiant et pour des débits correspondants à ceux des groupes électrogènes à puissance normale.

L'usine possède une importante réserve d'eau de 360 m³ et des soutes pouvant emmagasiner un volume de 1000 m³ de charbon. Ces soutes sont disposées entre les réfrigérants et les chaudières, permettant de déverser directement le charbon amené par tombereaux et de le laisser s'écouler vers les foyers.

Le service de démontage et de visite des machines est assuré par un pont roulant de 24 m de portée et d'une puissance de 20 tonnes, muni de deux chariots pour 10 tonnes chacun.

Usines de Pont-de-Lignon. — Deux usines utilisent les chutes du Lignon, l'ancienne usine, dite usine de Pont-de-Lignon, avec une chute de 9,50 m, et la nouvelle usine, dite usine de Château-du-Lignon, avec une chute de 38 m.

L'usine de Pont-de-Lignon renferme deux turbines de 200 chevaux sous 10 m de chute à axe vertical, commandant directement des alternateurs à 5500 volts.

Cette usine, qui alimente principalement les communes avoisinantes de la Haute-Loire, renferme son secours à vapeur pour le cas de basses eaux, sous la forme d'une turbine Rateau de 400 chevaux, commandant un alternateur à excitatrice compoundée, système Blondel.

L'usine renferme un tableau de départs de feeders aériens à 5500 volts, qui permet d'assurer la distribution dans toutes les communes voisines du département de la Haute-Loire.

Usine de Château-du-Lignon. — L'usine de Château-du-Lignon (*fig.* 5 à 10) est une usine toute moderne; la chute de 38 m est réalisée au moyen d'un barrage



de retenue sur le Lignon, et d'un canal de dérivation de 1860 m de longueur, pouvant débiter 8 m^3.

De la chambre d'eau partent quatre conduites en tôle d'acier qui alimentent chacune une turbine Neyret-Brenier, de 1000 chevaux à 375 tours par minute. Les turbines sont couplées par manchons à cordes à des alternateurs triphasés de 1160 kv-A type Œrlikon, sous 5500 volts.

Chaque turbine est munie d'un régulateur de haute chute assurant une parfaite régulation; la marche en parallèle des groupes est de toute sécurité.

Deux petites turbines type Francis, de 100 chevaux chacune, commandent les excitatrices générales, dont l'une est de secours.

Le courant à 5500 volts est amené par un couloir de câbles au tableau de distribution et envoyé de là, soit

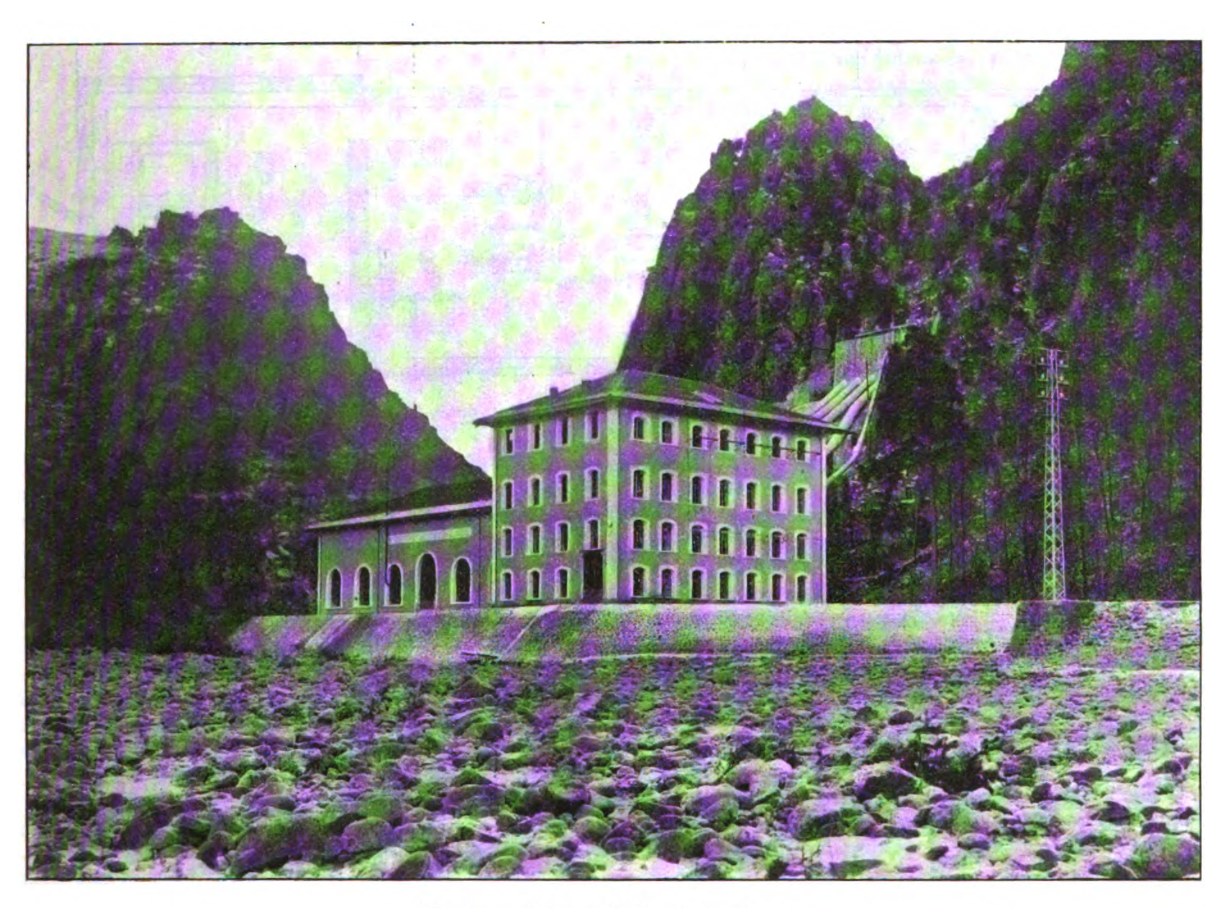


Fig. 5. — Usine de Château-du-Lignon.

au départ de la ligne 5700 volts, soit à quatre transformateurs élevant la tension à 30 000 volts.

Les transformateurs ont une puissance de 1160 kv-A comme les turbines, chacun correspondant à un groupe électrogène; ils sont dans l'huile, avec circulation d'eau.

Le courant est ensuite envoyé aux barres générales à 30 000 volts qui permettent l'alimentation des lignes 30 000 volts.

L'usine du Lignon permet d'alimenter toute la région de la Haute-Loire, qui l'avoisine, ainsi que toute la région de la Loire, y compris Saint-Étienne. Sa puissance maxima est de 3000 chevaux, mais l'utilité des usines à vapeur, décrites ci-dessus, sera appréciée si l'on considère les variations de débit du Lignon suivant les saisons.

Nous avons insisté au début de cette notice sur les grandes variations du régime de la Loire et de ses affluents; le Lignon n'échappe pas à cette loi, et des mesures très précises effectuées au barrage de la vieille usine de Pont-de-Lignon depuis janvier 1901 ont établi que le débit quotidien varie dans une année de 630 litres à 286 m^3. Cependant, la moyenne des débits totaux mensuels varie assez peu au voisinage de 300 millions de mètres cubes (*fig.* 11); la moyenne des débits minima quotidiens de chaque mois, pendant les années comprises de 1901 à 1907, a été de 4674 litres; la moyenne des débits maxima quotidiens de chaque mois, pendant la même période, a été de 33 m^3.

Il a été relevé des crues exceptionnelles de 800 à 1000 m^3 instantanés (octobre et novembre 1907).

Avec la chute de 38 m aménagée, l'usine de Château-du-

4.....

Lignon peut donc fournir 3000 chevaux de neuf mois et une puissance variable de 400 à 1600 chevaux pendant les mois d'été.

Réseaux de distribution. — Le secteur de la Compagnie électrique de la Loire peut être divisé en trois réseaux de distribution, savoir : Saint-Étienne, les communes de la Loire, les communes de la Haute-Loire.

Ces trois réseaux de distribution sont sillonnés par les lignes à 30000 volts construites par l'Énergie électrique du Centre ou la Compagnie électrique de la Loire, ainsi qu'il a été indiqué plus haut.

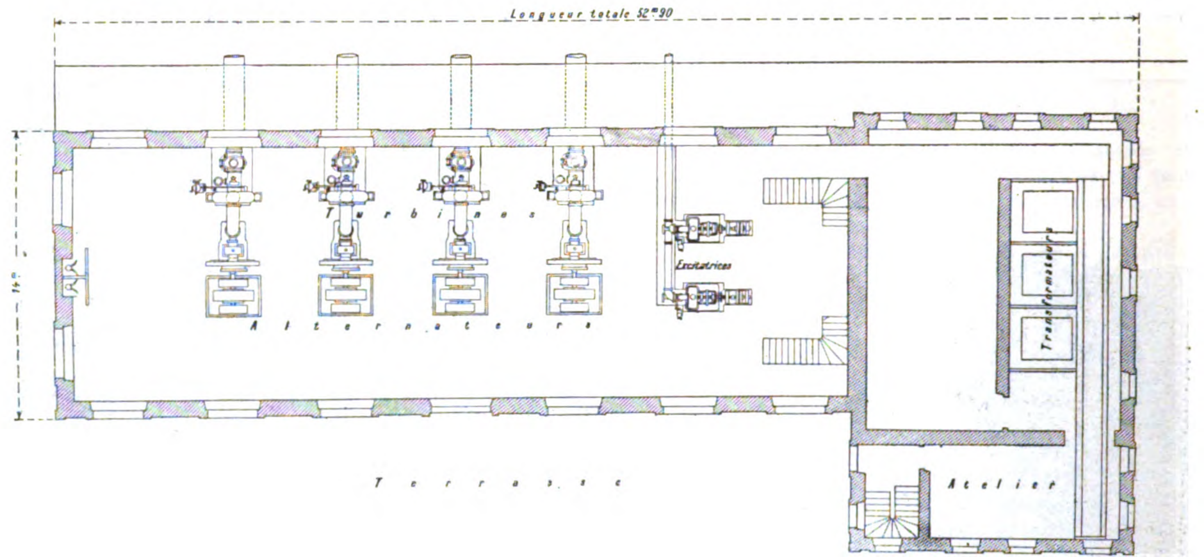


Fig. 6. — Plan de l'usine de Château-du-Lignon.

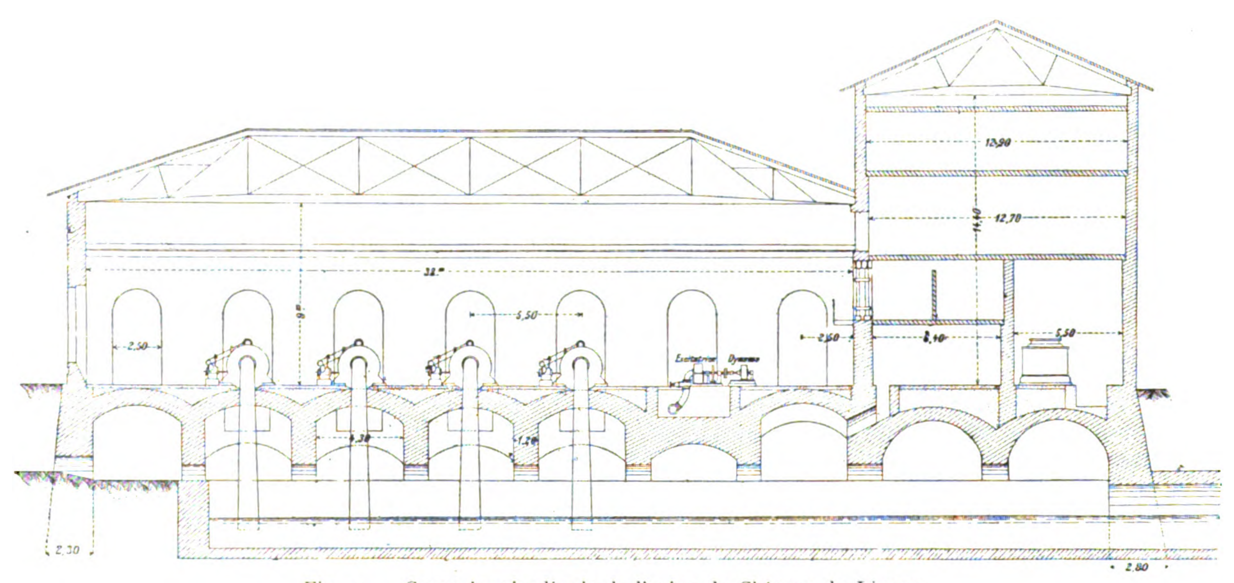


Fig. 7. — Coupe longitudinale de l'usine de Château-du-Lignon.

Sur le parcours de ces lignes à 30000 volts, sont installées sept sous-stations, contenant des transformateurs 30000-5700.

Des lignes 5700 volts, partant soit des usines, soit des sous-stations 30000-5700 transportent l'énergie dans tous les centres de distribution, tant à Saint-Étienne que dans toutes les communes desservies.

Sur le parcours de ces lignes 5700 volts sont installés cent postes de transformateurs, triphasés ou monophasés 5700-200.

Les appareils d'utilisation sont triphasés à 190 volts pour la force motrice. L'éclairage est donné généralement au moyen d'une distribution à 2 fils sous 110 volts sur les transformateurs monophasés ou à 5 fils sous 290 volts

lorsqu'il y a à la fois une distribution de force motrice et de lumière.

Réseau de Saint-Étienne. — Le réseau de Saint-Étienne est alimenté par trois sous-stations principales, savoir : Montaud, Tardy, les Trois-Meules.

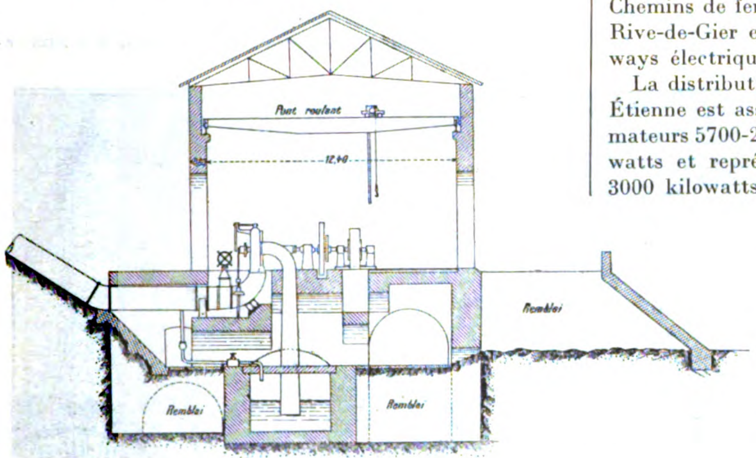


Fig. 8. — Coupe transversale de l'usine de Château-du-Lignon.

Ces trois sous-stations sont reliées, entre elles, par une canalisation aérienne à 30 000 volts et par des canalisations aériennes ou souterraines à 5700 volts, formant une boucle complète autour de la ville de Saint-Étienne. Ces canalisations permettent l'alimentation d'un transformateur quelconque de 5700-200 par l'une quelconque des sous-stations. Cette disposition réduit au minimum les causes d'interruptions dans le service.

La sous-station de Montaud est, en même temps que le point d'arrivée de toute l'énergie produite par les diverses usines de production, un centre de distribution important pour tout le nord de la ville de Saint-Étienne.

Cette sous-station comprend 12 départs à 5700 volts.

Quatre lignes réunissent la sous-station de Montaud par le nord-ouest à celle de Tardy.

Deux autres lignes réunissent la sous-station de Montaud par le nord-est à celle des Trois-Meules.

Une ligne réunit la sous-station de Montaud à l'usine de Saint-Victor.

Les autres lignes, partant de la sous-station de Montaud, desservent divers postes de transformation, au nord de la ville de Saint-Étienne, et notamment la sous-station des Aciéries de Saint-Étienne.

La sous-station de Tardy, située à l'ouest de la ville de Saint-Étienne, est également installée pour 12 départs à 5700 volts et, en outre, pour 3 départs aériens 30 000 volts.

Deux lignes souterraines et trois lignes aériennes partent du poste de Tardy pour aboutir aux Trois-Meules.

Une ligne souterraine et trois lignes aériennes partent du poste de Tardy vers Montaud.

Les trois autres desservent divers abonnés de la région ouest de Saint-Étienne.

Enfin, le poste des Trois-Meules, récemment installé pour 16 départs, a été prévu pour recevoir ultérieurement les canalisations 30 000 volts et pour 21 départs à 5700 volts.

En dehors des arrivées des lignes provenant des sous-stations de Montaud, de Tardy, plusieurs départs ont été prévus pour desservir les abonnés des quartiers sud de la ville de Saint-Étienne, et notamment la Compagnie des Chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne, Firminy, Rive-de-Gier et Extensions, et la Compagnie des Tramways électriques.

La distribution de force motrice dans la ville de Saint-Étienne est assurée au moyen de 33 postes de transformateurs 5700-200 d'une puissance variant de 50 à 150 kilowatts et représentant une puissance totale installée de 3000 kilowatts environ.

Aciéries de Firminy. — L'alimentation d'une aciérie est très délicate, car l'installation électrique doit être capable de résister à des à-coups très violents et elle doit d'autre part être absolument garantie contre tout arrêt même momentané du courant qui pourrait causer des pertes considérables s'il se produisait au moment d'une coulée.

Ces conditions ont été réalisées en adjoignant aux deux groupes convertisseurs qui alimentent les aciéries une puissante batterie d'accumulateurs.

Les deux groupes construits par la Société l'Éclairage électrique sont composés chacun d'un moteur asynchrone triphasé de 500 chevaux sous 5500 volts à 750 tours accouplé par manchon semi-élastique à une génératrice à courant continu de 350 kilowatts sous 250 volts.

L'un des groupes assure le service des ateliers; l'autre est de rechange. Une puissante batterie de 2000 ampères-heure constamment placée en tampon par l'intermédiaire d'un survolteur-dévolteur de 1200 ampères régularise le régime du groupe convertisseur en service et assure l'alimentation des Aciéries en cas d'arrêt momentané du groupe.

Cette installation, effectuée à la charge de la Compagnie de la Loire, peut être considérée comme le modèle d'une sous-station donnant la sécurité absolue de marche permanente.

Réseau de la Loire. — Le réseau de la Loire dessert plus de 20 communes autour de la ville de Saint-Étienne. Ce réseau, dont la construction date de l'installation de Saint-Victor-sur-Loire, est alimenté par des lignes 5700 volts, au moyen de l'usine de Saint-Victor ou de celle de Montaud par 33 postes de transformateurs 5700-200.

A la suite de la construction d'une ligne 30 000 passant par Andrezieux et Chazelles, la création d'un poste 30 000–5700 a été décidée à Saint-Just-sur-Loire. C'est ce poste qui sera le centre de distribution de toute la région et qui pourra recevoir le courant de l'une quelconque des usines de production.

Réseau de la Haute-Loire. — Par suite du développement considérable de la clientèle des passementiers, dans la région de la Haute-Loire, la Compagnie a transformé la plupart des canalisations de cette région, en profitant de la ligne 30 000 de Pont-de-Lignon à Saint-

Étienne, pour créer une série de postes 30000-5700 dans tous les centres importants de production.

Le programme prévoyait l'installation de quatre postes 30000-5700, savoir : Sainte-Sigolène, Monistrol, Saint-Didier-la-Séauve, Firminy. Ces postes sont actuellement en plein fonctionnement.

Le courant est distribué dans 15 communes environ, par des lignes 5700 volts partant soit des usines de Pont-de-Lignon, soit des postes 30000-5700. Ces communes sont desservies par 34 postes de transformateurs 5700-200.

CLIENTÈLE.— La Compagnie électrique de la Loire avait été fondée en 1892 dans le but principal de distribuer l'énergie électrique aux tisseurs pour la fabrication du ruban et du velours. Les fondateurs de cette Compagnie avaient pour objet de développer la création des ateliers de familles et entreprenaient surtout une œuvre philantropique.

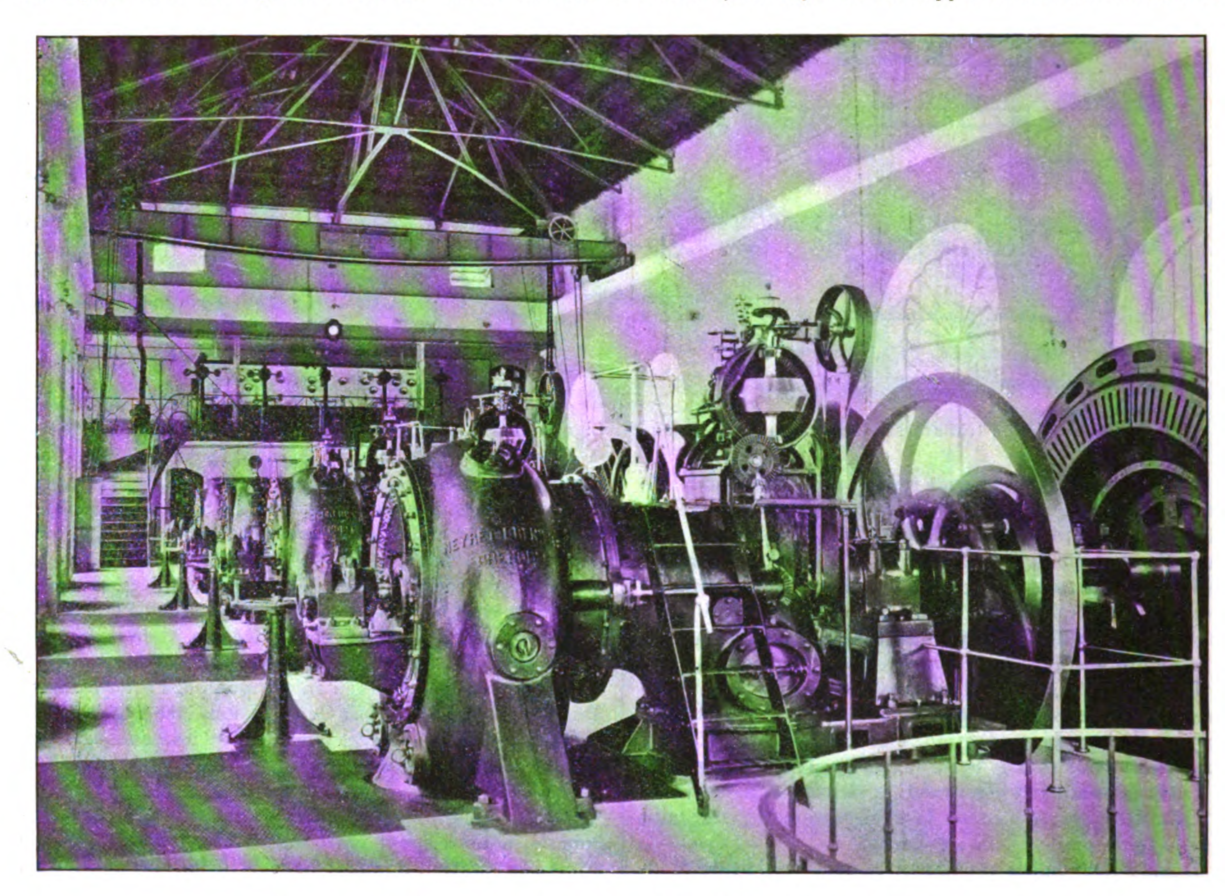


Fig. 9. — Vue des groupes électrogènes de l'usine de Château-du-Lignon.

La Compagnie électrique de la Loire, placée au centre d'une des premières régions industrielles françaises, a, depuis, considérablement développé sa clientèle, mais jusqu'en 1906, elle ne fournissait la force motrice qu'aux industriels possédant des moteurs de 10 chevaux au plus.

Tout récemment, la Compagnie en continuant à développer sa clientèle de passementiers et de petits industriels, a abordé la grosse industrie et dessert actuellement des moteurs de 500 chevaux.

Dans la ville de Saint-Étienne, la Compagnie électrique de la Loire ne fournit que la force motrice, mais dans près de 40 communes des départements de la Loire et de la Haute-Loire, elle assure également le service de l'éclairage public et particulier.

Au 1er janvier 1908, la Compagnie électrique de la Loire desservait plus de 8000 abonnés, et fournissait le courant nécessaire pour près de 15000 lampes, 11600 métiers et près de 1000 moteurs placés dans les industries diverses.

Les recettes énergie et lumière, non compris les recettes accessoires des locations de moteurs et autres ressources, ont suivi une marche progressive des plus intéressantes :

En 1904-1905	elle était de	....	1150000 fr
En 1905-1906	»	....	1250000
En 1906-1907	»	....	1500000
En 1907-1908	»	....	1700000
En 1908-1909	»	....	1800000
En 1909-1910	»	plus de...	2000000

SOCIÉTÉ D'ÉLECTRICITÉ DE SAINT-CHAMOND. — La Société d'électricité de Saint-Chamond alimente la ville de Saint-Chamond, et les communes voisines, par des réseaux à courant continu et à courant triphasé 5700 volts.



Elle exploite également le tramway électrique d'Izieux.

La Société d'électricité de Saint-Chamond reçoit le courant de l'Énergie électrique du entre, par un poste de transformation 30000-5700, établi à l'usine électrique même. L'usine à vapeur de cette Société a été aménagée pour servir de secours en cas d'interruptions du service de l'Énergie électrique du Centre, dues à des périodes de sécheresse ou à toute autre cause.

Cette usine à vapeur peut fournir une puissance supérieure à 4000 chevaux. Elle renferme en outre un moteur Diesel de 1000 chevaux actuellement installé. Un autre moteur Diesel de 2000 chevaux, en installation, portera à 3000 chevaux la puissance de secours instantané.

Le secteur de cette société comprend, en dehors de la ville de Saint-Chamond, les communes d'Izieux, Saint-Julien-en-Jarez et l'Horme. Les communes de Grand-Croix, Lorette, Rive-de-Gier, sont exploitées directement par l'Énergie électrique du Centre.

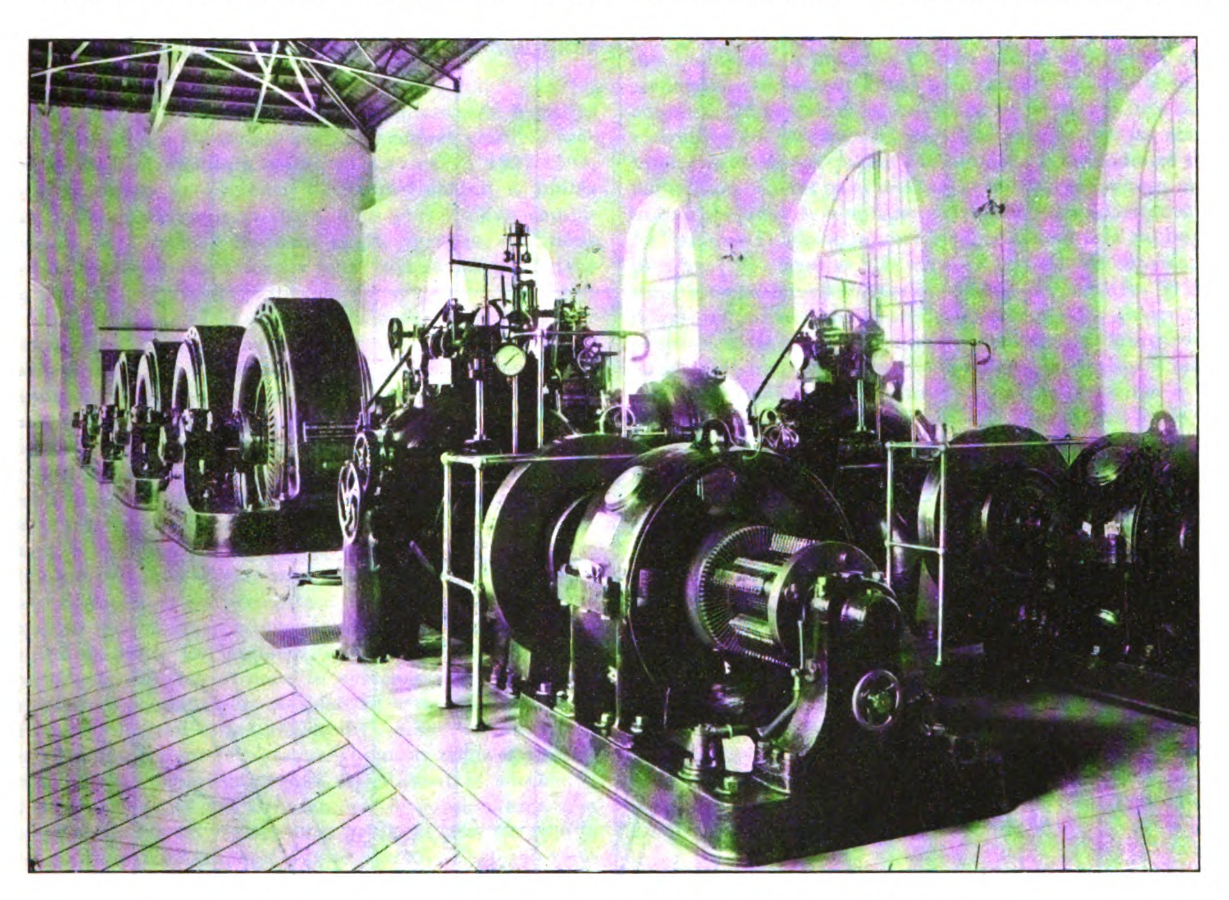


Fig. 10. — Vue des groupes d'excitation de l'usine de Château-du-Lignon.

Société « L'Énergie industrielle ». — L'Énergie industrielle reçoit le courant de l'Énergie électrique du Centre à 30000 volts dans le poste de Chazelles.

L'Énergie industrielle dessert toute la région située au nord de Saint-Galmier, notamment Meylieu, Montrond, Viricelles, Chazelles, Saint-Symphorien-sur-Coise, l'Arbresle. Elle fournit tout le courant nécessaire à la Compagnie des Tramways de Saint-Symphorien-sur-Coise, Viricelles et Chazelles.

L'Énergie industrielle a canalisé toute cette région par un réseau triphasé à 13500 volts. Elle s'engage à prendre à l'Énergie électrique du Centre, dès le début de son exploitation, un minimum de 300 chevaux, et elle s'est réservée de prendre ultérieurement, jusqu'à 3000 chevaux pour les distribuer dans la région qui lui est réservée.

Divers abonnés. — L'Énergie électrique du Centre a passé, avec divers industriels de la région de Saint-Étienne, les contrats suivants :

1° Contrat avec la Compagnie des Tramways à voie étroite de Saint-Étienne, Firminy, Rive-de-Gier et Extensions. Ce contrat assure à la Société une recette annuelle de 120000 fr environ, a une durée de 25 années et pourra être continué de 3 ans en 3 ans jusqu'à l'expiration de la concession de la Compagnie des Tramways, soit jusqu'au 30 septembre 1955.

2° Contrat avec la Compagnie des Tramways électriques de Saint-Étienne. Ce contrat qui assure à la Société une recette de 35000 fr environ, a été passé pour une durée de 47 ans, avec faculté de résiliation au bout de la vingtième année de fourniture.

3° Contrat avec la Société anonyme du Gaz de Firminy et du Chambon. Ce contrat a un double but. En premier lieu, la Compagnie du Gaz s'engage à prendre, à la Société, tout le courant dont elle aura besoin pour la force et la lumière, dans le cas où elle obtiendrait la concession de l'éclairage électrique dans la ville de Firminy et du Chambon. En second lieu, elle autorise dès maintenant la Société sans aucune redevance, à fournir l'éclairage électrique accessoire, des locaux industriels dans lesquels la Société aura placé la force motrice.

Fig. 11. — Graphique des débits du Lignon en millions de mètres cubes mensuels.

4° Contrat avec les Établissements de l'Horme et de la Buire. Ce contrat, qui assure une recette de 35 000 fr environ, a une durée de 10 années, et a pour objet la fourniture de force et de lumière aux usines de l'Horme.

5° Contrat avec la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt. Ce contrat comprend la fourniture de 1000 chevaux de force motrice et de lumière pour l'usine d'Assailly et de 300 chevaux d'éclairage pour les usines de Saint-Chamond; la recette annuelle représentée par ce contrat pourra atteindre 200 000 fr.

T. Pausert.



TRACTION ET LOCOMOTION.

MÉTROPOLITAIN DE PARIS.

La commande des trains électriques du Métropolitain de Paris. Système à unités multiples Sprague-Thomson.

Le système Sprague-Thomson de commande à unités multiples, qui a été monté sur les dernières voitures motrices du Métropolitain mises en service en 1907-1908, est en réalité le système Thomson-Houston à unités multiples légèrement modifié, bien plus qu'une combinaison du Thomson-Houston et du Sprague, que nous avons antérieurement décrits tous deux séparément dans le journal [1].

En effet, le courant de commande agit *directement* sur les organes combinateurs comme dans le Thomson, et *non indirectement* par l'intermédiaire de relais comme dans le Sprague. On ne retrouve pas non plus le tambour combinateur qui constituait le point le plus caractéristique du Sprague : les organes combinateurs sont des contacteurs du type Thomson. Le seul emprunt qui ait été fait au Sprague est l'emploi d'un appareil régulateur empêchant le passage trop rapide d'une combinaison à la suivante en arrêtant la marche des appareils combinateurs lorsque le courant principal atteint une certaine valeur, 200 ampères par exemple, et ne permettant la continuation de cette marche que lorsque l'intensité principale est redescendue à 180 ampères. Cet appareil, que nous avions appelé le *régulateur disjoncteur* dans le système Sprague et qui agissait en coupant puis rétablissant le courant auxiliaire du petit moteur d'actionnement du tambour combinateur, est dénommé dans le Sprague-Thomson *relais d'accélération;* il agit en arrêtant puis rétablissant la succession d'enclenchements des contacteurs de combination. Cet appareil donne un réglage plus précis et plus sûr que le relais régulateur employé sur le système Thomson multiple ordinaire du Métropolitain et qui, en cas d'élévation trop brusque du courant dans les moteurs, produisait seulement le freinage du cylindre manipulateur; en outre ce dernier dispositif n'était applicable qu'avec un manipulateur comportant un assez grand nombre de positions successives, comme c'est le cas avec le Thomson qui a 12 touches différentes de manœuvre.

La présence de 11 positions distinctes de manœuvre donne, avec le Thomson, la faculté de s'arrêter aux vitesses correspondant à toutes les positions intermédiaires de marche en série et en parallèle, tandis que dans le Sprague-Thomson, il n'y a que quatre positions bien définies de marche avant ou arrière : 1° en série avec toutes les résistances en circuit; 2° en série sans résistance; 3° en parallèle avec toutes les résistances en circuit; 4° en parallèle sans résistance.

(1) *Voir* pour le Thomson-Houston à unités multiples *La Revue électrique*, t. III, 15 mai 1905, p. 260; pour le Sprague, *La Revue électrique*, t. IX, 15 mai 1908, p. 342.

Dans le Sprague pur, il n'y a même que trois positions stables de marche avant : 1° en série avec toutes les résistances (position correspondant à la seconde touche du manipulateur, la première touche active de celui-ci correspondant seulement à une préparation de circuits sans courant) ; 2° en série sans résistance, et 3° en parallèle sans résistance (le couplage en parallèle avec toutes les résistances ne constitue qu'une combinaison intermédiaire sur laquelle on ne peut pas s'arrêter) et seulement les deux premières positions de couplage en série pour la marche arrière. Le Sprague-Thomson permet bien, comme il sera expliqué plus loin, de s'arrêter à la rigueur à l'une des combinaisons intermédiaires comprises entre la première et la deuxième position, ou entre la troisième et la quatrième position, mais ce n'est là qu'un artifice exigeant une grande habileté de manœuvre, car pour obtenir le résultat il faut que le mécanicien, après avoir porté la manette à la deuxième ou quatrième position, saisisse juste, d'après le bruit fait par l'enclenchement des contacteurs, l'instant où la combinaison sur laquelle il veut s'arrêter vient d'être obtenue pour ramener sa manette à la première ou troisième position. Il est vrai que, pour un service de Métropolitain, quatre degrés de vitesse suffisent généralement, et que la moins grande souplesse dans le réglage de la vitesse a pour contre-partie l'avantage de n'exiger que cinq fils au lieu de neuf. (Il est à remarquer toutefois qu'au Métropolitain on a conservé, sur les voitures équipées avec le Sprague-Thomson, une canalisation à neuf fils et des coupleurs à neuf trous, identiques à ceux du Thomson multiple, dans le but surtout d'éviter l'emploi d'un nouveau type de coupleur; on a été ensuite très content d'avoir quatre fils morts à sa disposition pour faire des connexions provisoires d'essai, pour remplacer au pied levé un fil actif avarié, etc.)

Sur chaque voiture motrice (*fig.* 1), le courant à 550 volts pris sur le troisième rail par les frotteurs LL (ou L'L', suivant la voie empruntée) ou par le trôlet L'' (quand les trains font des manœuvres) aboutit en l à un interrupteur principal L_1, traverse au sortir de celui-ci (le circuit principal est marqué en gros trait sur la figure 1), un coupe-circuit principal L'_1, passe avant de se rendre à la terre (T_1 ou T_2) dans les mâchoires de contact I_1 à I_{13} d'un certain nombre de contacteurs C_1 à C_{13}, dans les deux moteurs M_1 et M_2 et dans une bobine à gros fil du solénoïde régulateur D, dit *relais d'accélération*. En l est branché un parafoudre ZT. Du point l part le circuit de commande (qui peut être suivi aussi sur le schéma simplifié de la figure 2), à fil fin l_1, de 8 mm² de section, qui traverse un interrupteur i_2 et un fusible i_1; après avoir traversé la bobine de soufflage i_3 du manipulateur N, il se rend au doigt 10 de celui-ci; de là il passe, suivant la position du manipulateur, dans un certain nombre des cinq fils 1, 2, 3, 8, 0, enfermés dans une même gaine *g* (qui renferme en outre quatre fils morts 4, 5, 6, 7). Ces neuf

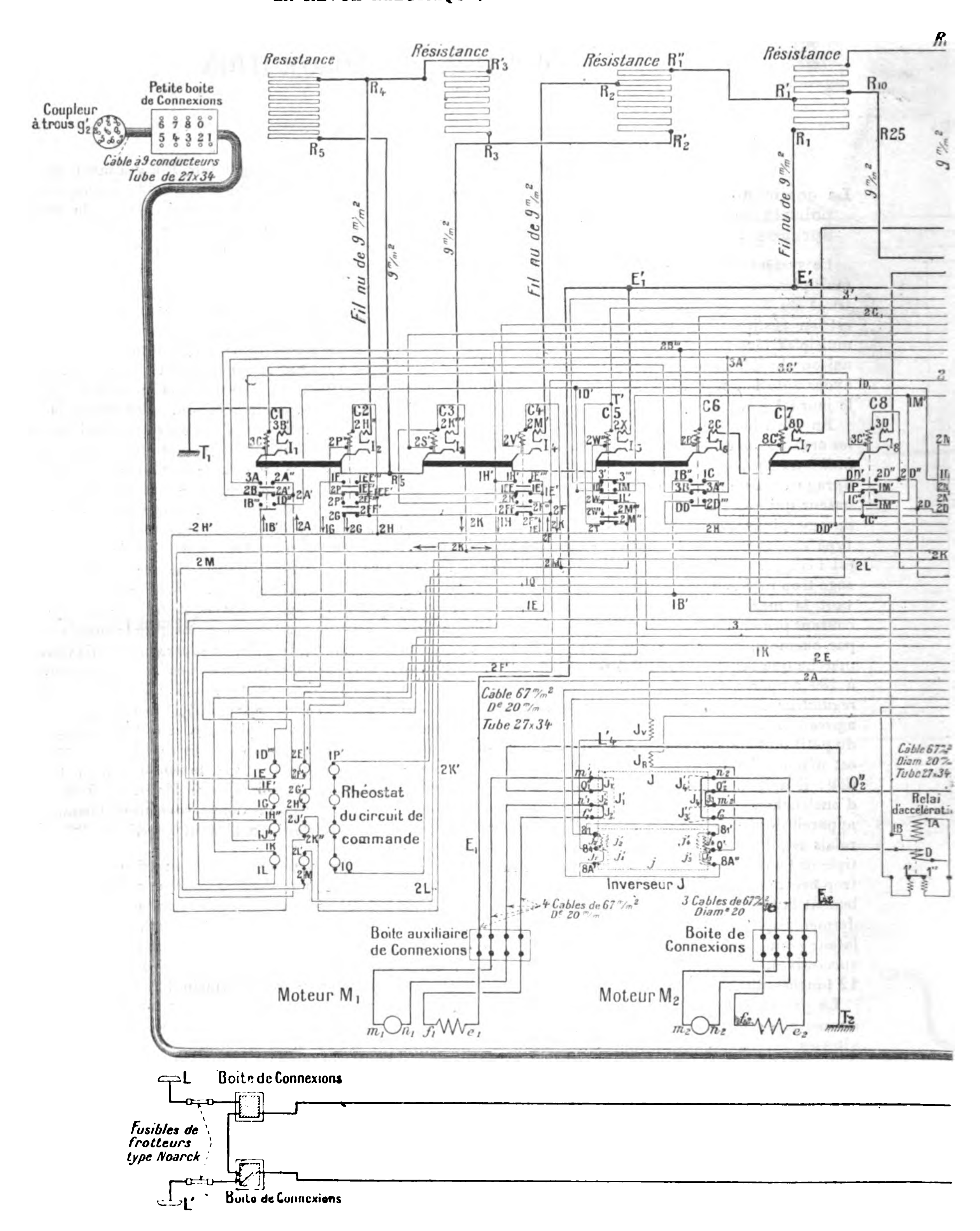

Résistance
Résistance
Résistance
Résistance
Coupleur à trous g'2
Petite boite de Connexions
Câble à 9 conducteurs Tube de 27x34
Fil nu de 9 m/m2
Fil nu de 9 m/m2
Fil nu de 9 m/m2
Rhéostat du circuit de commande
Câble 67 m/m2 De 20 m/m Tube 27x34
Inverseur J
4 Cables de 67 m/m2 De 20 m/m
3 Cables de 67 m/m2 Diam. 20
Boite auxiliaire de Connexions
Boite de Connexions
Moteur M1
Moteur M2
Câble 67 m/m2 Diam 20 m/m Tube 27x34
Relai d'accélérati
Boite de Connexions
Fusibles de frotteurs type Noarck
Boite de Connexions

Fig. 1.

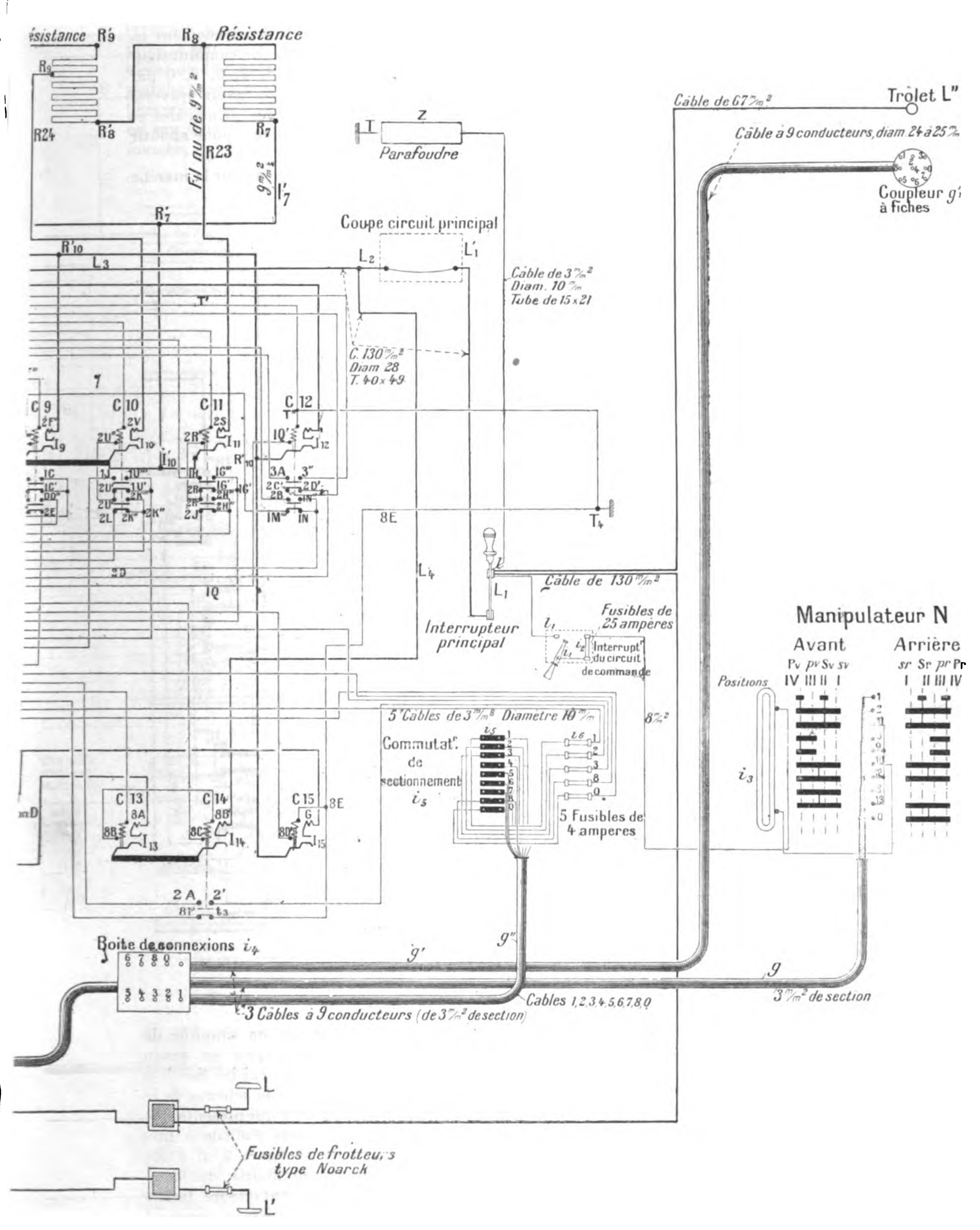

Résistance R9
R8 Résistance
R24
R23
Fil nu de 9 m/m²
Trolet L"
Câble de 67 m/m²
Câble à 9 conducteurs, diam. 24 à 25 m/m
Coupleur g' à fiches
Z
Parafoudre
Coupe circuit principal
Câble de 3 m/m² Diam. 10 m/m Tube de 15 x 21
C. 130 m/m² Diam 28 T. 40 x 49
Câble de 130 m/m²
Interrupteur principal
Fusibles de 25 ampères
Interrupt. du circuit de commande
Manipulateur N
Avant
Arrière
Positions
5 Câbles de 3 m/m² Diamètre 10 m/m
Commutat. de sectionnement i_5
5 Fusibles de 4 ampères
Boite de connexions i_4
Cables 1,2,3,4,5,6,7,8,0
3 Câbles à 9 conducteurs (de 3 m/m² de section)
3 m/m² de section
Fusibles de frotteurs type Noarck

Fig. 1.

fils de 3 mm² de section se rendent aux bornes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0 de la boîte de connexions i_4, où ils se trouvent branchés sur la canalisation générale à neuf fils (renfermée dans un tube unique g') aboutissant aux deux coupleurs g'_1 à neuf fils et g'_2 à neuf trous des extrémités de la voiture. Des bornes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0 de la boîte de connexions i_4 partent neuf fils, renfermés dans le tube unique g'', qui aboutissent aux neuf bornes de droite 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0 du commutateur de sectionnement i_5. C'est sur cinq des bornes de gauche de ce commutateur que viennent s'attacher les cinq fils 1, 2, 3, 8, 0 par lesquels le courant de commande, après avoir traversé des fusibles i_3, se rend dans les bobines principales et contacts auxiliaires des divers contacteurs, pour aboutir finalement à la terre T_4.

Le rôle des cinq fils est le suivant : le 8 pour la marche avant; le 0 pour la marche arrière, le 2 pour commencer le couplage des moteurs en série et ensuite pour maintenir l'enclenchement de tous les contacteurs dans toutes les positions (on peut l'appeler pour cette raison *fil de maintien*), le 3 pour passer du couplage série au couplage parallèle, et enfin le 1 qui sert pour court-circuiter les résistances, aussi bien dans le couplage série que dans le couplage en parallèle, et peut pour cette raison être appelé le *fil d'accélération*.

Fig. 2.

Nous allons examiner le fonctionnement des appareils dans les positions successives que peut prendre le manipulateur. (Nous engageons le lecteur à suivre la marche des courants de commande sur le schéma simplifié de la figure 2 que nous avons arrangé d'après un dessin d'atelier que nous ont obligeamment fourni les Services techniques du Métropolitain, plutôt que le schéma de la Société Thomson-Houston de la figure 1 qui présente une belle harmonie de traits, mais est très difficile à lire. (Pour obtenir la simplification de la figure 2, il a été nécessaire de tracer les contacts auxiliaires des contacteurs séparés des bobines de ces contacteurs, tandis qu'en réalité ils se trouvent juste au-dessous comme il est indiqué sur le schéma de la figure 1.) Par contre, on peut suivre la marche du courant principal sur

la figure 1 en même temps que sur le schéma très simplifié 2 *bis*. Le manipulateur peut être tourné du côté avant ou du côté arrière; la première touche (position I de marche) seule produit une action différente, et encore sur l'inverseur seulement, suivant qu'elle est sur avant en S_v ou sur arrière en S_r, les autres touches S (position II de marche), *p* (position III) et P (position IV) donnent exactement les mêmes combinaisons du côté avant que du côté arrière.

Si l'on tourne la manette du manipulateur sur S_v, le doigt 10 se trouve mis en relation avec le doigt 8 (parce que les doigts 12, 13, 8 sont placés sous des bandes du cylindre réunies entre elles par des connexions intérieures ou extérieures), et avec le doigt 2 (par les doigts 12 et 11) réunis

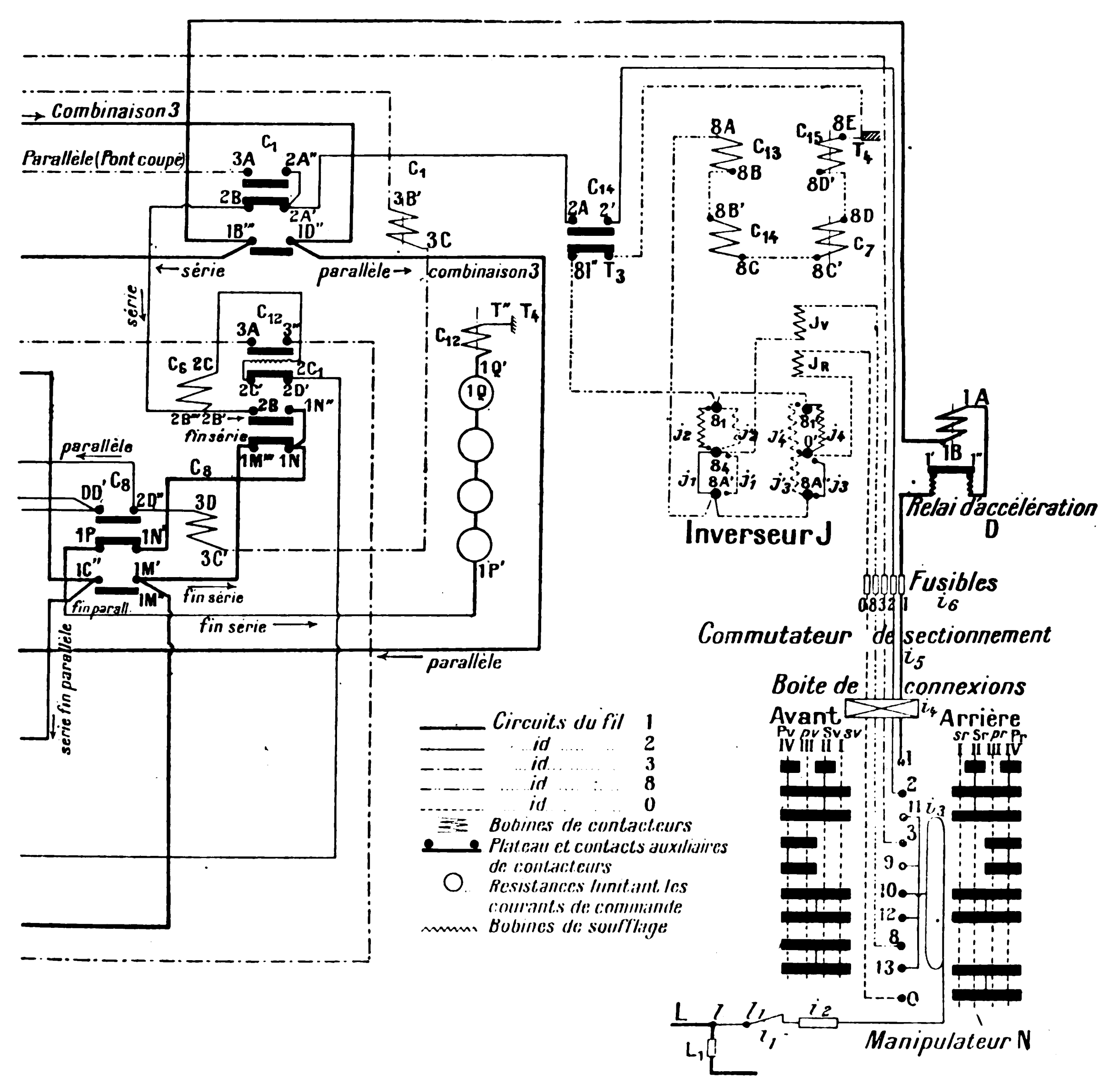


Fig. 2.

entre eux par les bandes et les connexions intérieures du cylindre); le courant de commande est ainsi envoyé par les fils 8 et 2 de la gaine *g* et du câble *g'* dans les branchements 8 et 2 de toutes les motrices.

Dans chaque motrice, le courant du fil 8 se rend dans la bobine J_v de l'inverseur J et fait tourner celui-ci, s'il ne l'est pas déjà, dans la position en trait plein correspondant à la marche avant.

Si l'on met la manette du manipulateur sur la première touche de marche arrière s_r, le courant de commande est toujours envoyé dans le fil 2 de chaque motrice comme dans la marche avant, mais il est envoyé en outre dans le fil 0 au lieu du fil 8 de chaque motrice (parce que le doigt 10 est relié au doigt 0 par les doigts 12 et 13).

Avant d'examiner l'effet du courant envoyé dans le fil 2, nous allons voir d'abord comment fonctionne l'in-

verseur suivant que le courant de commande est envoyé dans les fils 8 ou 0. L'inverseur est constitué par deux bobines J_V (pour la marche avant) et J_R (pour la marche arrière). Il peut occuper deux positions différentes, l'une correspondant à la marche avant et l'autre pour la marche arrière, mais pas de position intermédiaire (à cause d'un ressort de rappel). Par conséquent, lorsqu'on commande la marche avant ou la marche arrière, l'inverseur peut, ou se trouver déjà dans la position convenable et

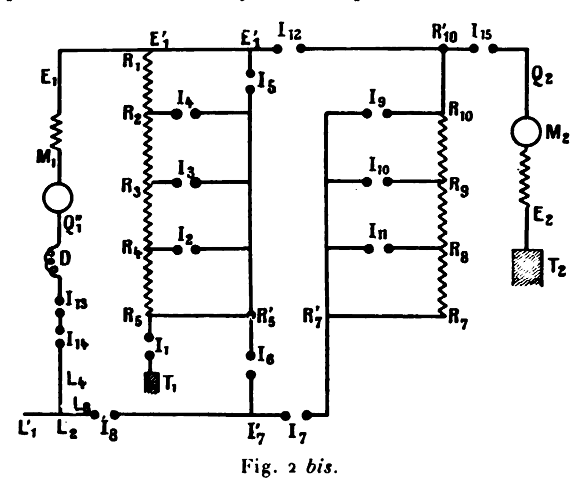


Fig. 2 *bis*.

alors il ne bouge pas, ou dans la position inverse et alors il se met à tourner. Pour que le courant de commande continue à passer dans l'un et l'autre cas dans la bobine convenable, on a été obligé de munir l'inverseur de doigts et de bandes mobiles auxiliaires représentés en bas sur la figure 1 et seuls représentés sur le schéma simplifié de la figure 2. Il y a 6 doigts auxiliaires : 81, 8', 8A' d'un côté et 81', 0' et 8A" de l'autre côté. Ces doigts se trouvent en regard. soit des 4 bandes j_1, j_2, j_3, j_4 (représentées en traits pleins sur la figure 2) si l'appareil est dans la position de marche avant, soit des bandes j'_1, j'_2, j'_3, j'_4 (représentées en pointillés sur la figure 2) si l'appareil est dans la position de marche arrière.

Supposons par exemple que l'inverseur soit déjà sur la position de marche avant, quand on envoie le courant de marche avant par le fil 8. Ce courant (dont le trajet est indiqué sur le schéma de la figure 2 par un trait doublement ponctué), après avoir traversé la bobine J_V arrive au doigt auxiliaire 8'; de là il passe par la bande j_1 (montée sur le petit tambour auxiliaire j) au doigt 8A' et par le fil 8A' 8A à la bobine 8A 8B du contacteur C_{13} (le branchement 8A' 8A" qui se détache de 8A' est coupée en 8" parce que j_3 est écarté), puis après avoir traversé les bobines des quatre contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15} (dont nous examinerons le rôle un peu plus loin), il gagne la terre T_4. L'inverseur étant déjà en bonne position, rien ne bouge et les connexions principales des moteurs se trouvent établies par les doigts principaux et le tambour principal J. Si au contraire, quand on envoie le courant de marche avant par le fil 8, l'inverseur est à la position de marche arrière (le petit tambour j présente alors en face des six doigts auxiliaires les positions des bandes j'_1, j'_2, j'_3, j'_4 marquées en pointillé), voici ce qui se produit; le courant arrivant par le fil 8 après avoir traversé la bobine J_V et être arrivé au doigt 8' passe par la bobine de soufflage j'_2 arrive au doigt 81 et, du point 81, se rend au contact auxiliaire 81" du contacteur C_{14} (le branchement 81, 81' se trouve coupé en 81' par la bande j'_4 écartée) passe au contact auxiliaire t_3 de ce contacteur par le deuxième plateau auxiliaire du contacteur t_{14}, plateau qui se trouve abaissé quand le contacteur t_{14} n'est pas enclenché ([1]) et du point t_3 gagne directement la terre T_4 sans passer par les contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15} dont le branchement est ouvert. Le passage du courant de commande 8 dans la bobine J_V produit la rotation de tout l'inverseur de la position avant à la position d'arrière. Par suite de la rotation du petit tambour auxiliaire les connexions entre les doigts auxiliaires se trouvent alors rétablies comme primitivement (on revient des positions j'_1, j'_2, j'_3, j'_4 aux connexions j_1, j_2, j_3, j_4), c'est-à-dire que les contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15} se trouvent reliés en série avec la bobine J_V, tandis que le branchement 81', 81" est coupé en 81" par soulèvement du plateau 81"G (en raison de l'enclenchement du contacteur C_{14}).

Des phénomènes analogues se produisent quand on envoie par le fil 0 le courant de commande sur la marche arrière. Si, ce qui est le cas le plus fréquent, l'inverseur se trouve sur la marche avant, le courant envoyé dans le fil 0 (et dont le trajet est indiqué sur le schéma de la figure 2 par un trait pointillé) après avoir traversé la bobine J_R, arrive au doigt 0', traverse la bobine de soufflage j_4, se rend au point 81' puis au point 81 et de là gagne directement la terre T_4 en passant par le deuxième plateau fermé 81", t_3 du contacteur C_{14}, non enclenché. L'inverseur entre en rotation sous l'influence du courant traversant la bobine J_R et, après cette rotation (qui entraîne par la rotation du petit tambour auxiliaire j le changement des connexions internes de j_1, j_2, j_3, j_4, en j'_1, j'_2, j'_3, j'_4), le courant venant de la bobine J_R au doigt 0 passe par la bande j'_3 au doigt 8A" et de là aux contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15} et à la terre T_4, tandis que le branchement qui de 81" passant à la terre T_4 directement (par le deuxième plateau 81"t_3 du contacteur C_{14}) se trouve coupé en 81' par j'_4 écarté (il n'y a pas de courant dans la bobine J_V reliée à 8_4 et à 81). Si l'inverseur est déjà sur la position de marche arrière quand le courant est envoyé dans le fil 2, il ne bouge pas.

On voit que lorsque le courant de commande est envoyé dans le fil 8 ou 0, c'est-à-dire le manipulateur est mis à la position I de marche avant ou arrière, le courant de commande 8 ou 0 traverse finalement, après la rotation ou le maintien dans sa position existante de l'inverseur J, les bobines des contacteurs C_{13}, C_{14}, et C_7, C_{15} qui s'enclenchent. On peut donner à ces quatre contacteurs le qualificatif de *principaux* parce qu'ils établissent les connexions principales des couplages série parallèle. L'enclenchement de C_{13} et C_{14} en I_{13} et I_{14} a pour effet, comme on

([1]) Il ne l'est pas à ce moment parce que le branchement qui, du point 8A' 8A" dessert les 4 contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15} pour aboutir à la terre par T_4, n'est pas alimenté, car la liaison entre les doigts 8A' et 8' est coupée par j'_1 écarté, et celle établie par j'_4 entre 8A', 8" et 0' se trouve coupée en 0' par j'_4 écarté.

le voit facilement sur le schéma 2 *bis* (et comme on peut le suivre sur le schéma 1 gros trait) de relier le moteur M_1 à la ligne L_2L. L'enclenchement I_{15} du contacteur I_{15} a pour effet de mettre le moteur M_2 (et les résistances R_{10} à R_7 en série avec lui) en communication avec la terre T_2. L'enclenchement I_7 du contacteur C_7 a pour effet de préparer la mise en série du moteur M_2 (et ses résistances en série R_7 à R_{10}) avec le moteur M_1 et sa série de résistances R_1 à R_5. Cette mise en série est achevée par la fermeture I_6 du contacteur C_6. L'enclenchement de ce contacteur C_6, qui lui aussi est un contacteur principal, se produit par l'envoi du courant de commande lancé dans le fil 2, on se le rappelle, lorsque le manipulateur est mis à la position I, soit de marche avant s_v, soit de marche arrière (les trajets parcourus par ce courant sont indiqués en trait plein fin sur le schéma de la figure 2); mais il est à remarquer que cet enclenchement n'a lieu qu'un petit instant après l'enclenchement des contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15}, c'est-à-dire après que l'inverseur a atteint sa position correcte, parce que ce courant doit trouver fermé le premier plateau 2′2A du contacteur C_{14}, ce qui n'a lieu que lorsque celui-ci est enclenché ([1]).

En résumé, le courant principal, venant de la ligne LL_2 (*fig.* 1 et 2 *bis*), passe par le fil L_4 traverse les mâchoires I_{13}, I_{14} des contacteurs principaux C_{14}, C_{13},, la bobine à gros fil du relais d'accélération D (dont on verra le rôle plus loin), le moteur M_1 (il entre par les fils L'_4, Q''_1 et sort par le fil E_1 (nous verrons dans un instant comment), le point E'_1 (les communications I_5 et I_{12} sont ouvertes, car C_5 et C_{12} ne sont pas enclenchés), la série des quatre résistances R_1 à R_5 (la communication du premier moteur M_1 avec la terre T_1 est ouverte en I_1 non enclenché), le point R'_5, les mâchoires fermées I_6 du contacteur C_6 (par R'_5, C'_3, C'_4, C'_5, C'_6, sur la figure 1), les mâchoires fermées I_7 du contacteur C_7, le point R'_7, la série des trois résistances R_7 à R_{10}; le point R'_{10}, les mâchoires fermées I_{15} du contacteur C_{15}, le moteur M_2 (il entre par le fil Q''_2 et sort par le fil E_2) et finalement

([1]) Au sortir du contact auxiliaire 2A (*fig.* 1 et 2), le courant du fil 2 arrive au point 2A′ (contacteur C_1), passe par le deuxième plateau fermé 2A′ 2B de ce contacteur non enclenché, c'est-à-dire tombé, arrive par le point 2B‴ à la bobine 2B′ 2C du contacteur C_6. De là, il suit, pour regagner la terre, un trajet très compliqué; il traverse la bobine soufflante $2C_1$ 2C′ du contacteur C_{12} (le seul qui en ait) parce que c'est le seul dont les fonctions comportent une petite rupture de courant), le deuxième plateau fermé 2C′ 2D′, du contacteur C_{12} non enclenché et arrive au point 2D. Du point 2D, il passe par les derniers plateaux de la série de contacteurs auxiliaires C_9, C_4, C_2, C_{11}, C_{10}, C_{15} non enclenchés, en traversant au passage un certain nombre de résistances ayant simplement pour but de réduire à une valeur faible (2 ampères environ) le courant du fil 2. Voici ce parcours : de 2D′ (en communication avec le contact auxiliaire 2D″), plateau 2D″ 2E fermé du contacteur C_9, résistance 2E′2F, point 2F, plateau 2F″2FF fermé du contacteur C_4, point 2FF′ du contacteur C_2, plateau fermé 2FF″2G de ce contacteur C_2, résistance 2G′2H′, point 2H, plateau fermé 2H″, 2J du contacteur C_{11}, résistance 2J′-2K‴, point 2K, contact auxiliaire 2K′ du contacteur C_{10}, plateau fermé 2K″ 2L de ce contacteur C_{10}, résistance 2L′2M′ point 2M, contact auxilaiire 2M″ du contacteur C_5, dernier plateau fermé 2M″ 2T de ce contacteur C_5 point G′, point T″ (*fig.* 1 seulement), et finalement terre T_4.

la terre T_2. Dans cette première position I, de marche, qui constitue la première combinaison de moteurs, la résistance totale en série dans le circuit principal représente 2,497 ohms.

Avant de passer aux combinaisons suivantes, rappelons que l'inverseur, suivant qu'il a sa bobine de marche avant ou sa bobine de marche arrière actionnée, voit son tambour principal J basculer à gauche ou à droite, ce qui a pour effet de changer les connexions intérieures reliant les quatre doigts principaux m'_1, Q_1, n'_1, f'_1 et n'_2, Q'_2, m'_2, f'_2, qui, de chaque côté, appuient sur ce tambour, de telle façon que le sens de passage du courant principal dans les induits m_1n_1 et m_2n_2 des deux moteurs M_1 et M_2 se trouve changé, tandis qu'il reste le même dans les inducteurs f_1e_1 et f_2e_2 de ces moteurs ([1]). Cette inversion a pour effet, on le sait, de changer le sens de rotation des moteurs.

Quand on pousse la manette du manipulateur de la première touche I à la touche II, de marche avant S_v ou de marche arrière S_r, le courant de commande qui passait déjà par l'un des fils 8 ou 0 et par le fil 2 est envoyé en outre dans le fil 1 (dont le trajet est indiqué sur le schéma de la figure 2 en trait continu plus gros que pour le fil 2). Ceci a pour effet de faire passer les moteurs de la première combinaison correspondant aux deux moteurs en série entre eux et avec l'ensemble des sept résistances R_1 à R_5 et R_7 à R_{10} à cinq combinaisons successives 2, 3, 4, 5, 6 dans lesquels les résistances se trouvent progressivement mises en court-circuit de façon à obtenir finalement la combinaison 6 correspondant à la mise en série des moteurs sans aucune résistance.

Les positions intermédiaires sont les suivantes :

Combinaison.	Résistances court-circuitées.	Résistances en circuit.	représentant
2.......	R_7 à R_{10}	R_1 à R_5 =	1,545 ohms
3.......	R_7 à R_{10}, R_5 à R_4	R_1 à R_4 =	0,9525 »
4.......	R_7 à R_{10}, R_5 à R_3	R_1 à R_3 =	0,5445 »
5.......	R_7 à R_{10}, R_5 à R_2	R_1 à R_2 =	0,2385 »
6.......	R_7 à R_{10}, R_5 à R_1	0	0

([1]) Quand l'inverseur se trouve dans la position de marche avant (indiquée en traits pleins sur la figure 1), les bandes J_1 et J_2 relient entre eux les doigts principaux m'_1 et Q''_1 d'une part, n'_1 et f'_1, d'autre part; les bandes J_3 et J_4 relient les doigts principaux Q''_2 et m'_2 d'une part, n'_2 et f'_2 d'autre part. Le courant principal venant de la ligne par L'_4 passe par le doigt Q''_1, le doigt m'_1, traverse l'induit du moteur M_1 dans le sens m_1n_1, passe par le doigt n'_1, le doigt f'_1, traverse l'inducteur f_1e_1 du moteur M_1. De même, le courant principal venant, soit du moteur M_1, soit de la ligne, par le fil Q''_2, passe par le doigt Q''_2, le doigt m'_2 traverse l'induit du moteur M_2 dans le sens m_2n_2, passe par les doigts $n'_2f'_2$ et traverse l'inducteur f_2e_2 du moteur M_2 pour gagner la terre T_2.

Quand l'inverseur se trouve dans la position de marche arrière (indiquée en traits pointillés sur la figure 1), ce sont les bandes J'_1 et J'_2, J'_3 et J'_4 qui viennent en regard des doigts principaux : Q''_1 est alors relié à n'_1 et m'_1 à f_1; Q''_2 est relié à n'_2 et m'_2 à f_2. Le courant principal passe alors, pour le moteur M_1 par Q_1n_1, traverse l'induit dans le sens n_1m_1 (au lieu de m_1n_1), arrive aux doigts m'_1, f'_1 et traverse l'inducteur dans le même sens f_1e_1 que précédemment. Pour le moteur M_2 il passe par $Q_2n'_2$, traverse l'induit dans le sens n_2m_2 (au lieu de m_1n_1), passe par les doigts m'_2 et f'_2 et traverse l'inducteur dans le même sens f_2e_2.

Il y a même à la fin une combinaison supplémentaire 6 *bis* qui, sans rien changer au couplage des moteurs, prépare le passage ou *pont* entre le couplage série sans résistance (position II) et le couplage en parallèle avec le maximum de résistance (position III) par l'établissement d'une liaison nouvelle entre les deux moteurs et le retrait complet des résistances du circuit. Ces combinaisons successives sont réalisées par le jeu des sept contacteurs C_9, C_6, C_2, C_{11}, C_3, C_{10}, C_5 qu'on peut appeler en raison de leurs rôles les contacteurs d'*accélération* et du contacteur C_{12} qu'on peut appeler contacteur de *pont*. L'enchevêtrement des fils aboutissant à ces huit contacteurs qui comportent chacun quatre plateaux et quatre paires de contact auxiliaires (le contacteur C_5 en a même cinq) paraît à première vue inextricable. L'explication de leur fonctionnement, qui semble tout d'abord un casse-tête chinois, se trouve singulièrement facilitée par les remarques suivantes, qui donnent la clef des phénomènes : Les enclenchements de ces contacteurs ont lieu successivement en *cascade*, c'est-à-dire que l'enclenchement d'un contacteur qui, par ses mâchoires principales produit une certaine combinaison des circuits principaux de moteurs, provoque ensuite, par le mouvement des plateaux auxiliaires qu'il porte, l'envoi du courant de commande dans un ou plusieurs contacteurs dont l'enclenchement produit (par leurs mâchoires principales) la combinaison suivante des moteurs, et ainsi de suite. Dans chaque contacteur, le second plateau (dans tout ce qui suit, nous n'appellerons pas *premier*, mais *supplémentaire* le plateau supérieur du contacteur C_5 qui en a cinq au lieu de quatre) sert à recevoir le courant de commande venant du fil 1 par le contacteur précédent et produisant son enclenchement; le premier plateau sert à envoyer le courant du fil 1 au contacteur suivant après son enclenchement; le quatrième plateau sert à conduire à la terre le courant du fil 2 quand le contacteur n'est pas enclenché; le troisième plateau sert à envoyer dans le contacteur, lorsqu'il est enclenché, un courant venant du fil 2 et destiné à maintenir son enclenchement, celui envoyé par le fil 1 se trouvant coupé après son enclenchement.

La conséquence de cette particularité (la bobine du contacteur est parcourue après enclenchement par le courant du fil 2 et non par le courant du fil 1) est que si le courant est coupé au moment où une combinaison déterminée vient d'être réalisée, les contacteurs enclenchés à ce moment y *restent* et que seul l'enclenchement des contacteurs suivants se trouve arrêté et reprend, d'ailleurs, au point où il en était dès que le courant est rétabli dans le fil 1. C'est précisément le jeu que produit le relais d'accélération D à chacune des combinaisons comprises entre la deuxième et la sixième incluse. Lorsqu'une de ces combinaisons vient d'être établie, une certaine résistance étant mise en court-circuit, le courant dans les moteurs s'élève brusquement au delà de 200 ampères, ce qui provoque, dès qu'il atteint 200 ampères, l'attraction du noyau du relais régulateur D, attraction qui a pour effet de couper (en 1′, 1″) le courant de commande parcourant le fil 1, et par suite, comme il vient d'être expliqué, de laisser enclenchés les contacteurs qui le sont à ce moment, mais d'empêcher le suivant de s'enclencher. Lorsque, par suite de l'augmentation de vitesse prise par les moteurs, le courant baisse dans ceux-ci, le noyau retombe quand l'intensité redescend à 180 ampères et le courant est alors rétabli par les contacts 1′, 1″ dans le fil 1 et fait déclencher un ou deux contacteurs suivants, ce qui provoque une nouvelle mise en court-circuit, laquelle à son tour fait soulever le relais d'accélération, et ainsi de suite. Il y a ainsi en général un petit temps d'arrêt après l'établissement de chacune des combinaisons 2, 3, 4, 5, 6, avant de passer à la combinaison suivante.

Le courant d'accélération envoyé par le fil 1, au lieu d'être coupé automatiquement par le jeu du relais d'accélération D (en 1′, 1″), peut l'être par la volonté du mécanicien, si celui-ci ramène sa manette sur la touche I, car ce mouvement a pour effet de supprimer l'envoi du courant dans le doigt 1 constituant l'origine du branchement 1. Il en résulte que les moteurs restent à la combinaison intermédiaire où ils se trouvent, mais ne reviennent pas à une position antérieure. Lorsque le mécanicien ramène ensuite la manette sur la touche II, la succession des combinaisons reprend au point où elle s'était arrêtée et continue jusqu'aux combinaisons finales 6 et 6 *bis* de la position II.

Mais il est facile de voir que, si la position II (combinaison 6 *bis* et même 6) a été atteinte, le retour du manipulateur à la position I ne produit aucun ralentissement de vitesse, car les contacteurs se trouvent maintenus enclenchés comme en position 6 *bis* ou 6, par le courant de maintien du fil 2 qui n'est pas coupé.

Ceci posé, on peut suivre plus aisément le mécanisme des combinaisons successives 2 à 6 *bis*, qui mènent de la position I à la position II. On arrive d'abord à la combinaison 2 par l'enclenchement du contacteur C_9 (¹); puis

(¹) Lorsque la manette du manipulateur est mise sur la touche II, le doigt 1 est mis en communication avec le doigt 2 qui, on l'a vu précédemment, est déjà relié à l'arrivée 10 du courant de commande. Celui-ci, qui se rendait déjà dans les fils 8 ou 0 et 2, se rend en plus dans le branchement 1 de toutes les motrices.

Du point 1 du fusible i_6, le courant du fil 1 se rend par le fil 1, 1′ aux contacts 1′, 1″ du relais d'accélération D, traverse la bobine 1A, 1B à fil fin de ce relais (cette bobine ne sert qu'à accentuer l'action de celle à gros fil du relais), se rend par le fil 1 B, 1 B′, 1 B″ au premier plateau fermé, 1 B″, 1 C du contacteur C_6 enclenché, au point 1 C″ au second plateau 1 C′ 2 N fermé du contacteur C_9 (alors non enclenché), traverse la bobine 2 N″ 2 F″ du contacteur C_9 (qui alors s'enclenche) et rejoint à partir du point 2 F la terre T_4 par le même chemin compliqué (examiné précédemment), que suit le courant circulant dans le fil 2 (derniers plateaux de la série des contacteurs C_6, C_2, C_{10}, C_{11} et C_5).

L'enclenchement du contacteur C_9 a pour effet de fermer ses mâchoires I_9. Le point R'_{10}, est alors relié directement au point R'_5 par seulement I_9, C'_9, C'_{11}, I'_{10}, R'_5 (*fig.* 1), ce qui met en communication directe les mâchoires I_9 du contacteur C_9 avec les mâchoires I_{12} du contacteur C_{12}. Par suite de l'enclenchement du contacteur C_9 le courant du fil 2 a son parcours modifié entre les points 2 D et 2 F, et le courant traversant la bobine du contacteur C_9 également. En effet, le circuit 2 D′ 2 D se trouve coupé en 2 D″ 2 E par le soulèvement du quatrième plateau 2 D″ 2 E du contacteur C_9, mais comme le troisième plateau 2 N′ DD″ se trouve alors soulevé, il passe de 2 D′ à 2 D, de 2 D à 2 D‴, de 2D‴ à DD par le troisième plateau soulevé du contacteur C_6 enclenché, le



on passe par l'enclenchement du contacteur C_2, à la combinaison 3 (1). L'enclenchement du contacteur C_2 provoque ensuite l'enclenchement simultané des contacteurs C_{11} et C_3 qui correspond à la combinaison 4 (2).

Lorsque l'enclenchement du contacteur C_{11} est établi, il provoque l'enclenchement des contacteurs C_4 et C_{10} qui correspondent à la combinaison 5 (3) où une nouvelle résistance est mise en court-circuit sur chaque moteur, R_3R_2 sur le moteur 1 (la fermeture de la mâchoire I_{10} n'a aucune conséquence sur le moteur 2 dont toutes les résistances sont déjà en court-circuit). En même temps se produit la chute des contacteurs C_2C_3 (1) et C_{11} devenus inutiles. En effet, du moment que I_9 (*fig.* 2 *bis*), par sa fermeture, a établi une communication directe du moteur I_1 par I_7 avec le moteur M_2 la position des contacteurs C_{10} et C_{11} est indifférente; de même dans le circuit du moteur M_1, le courant après avoir passé par la seule résistance R_1R_2 de 0,2385 ohm, passant directement par I_4 au point R'_5 et de là à $I_6\,I_7$, les contacteurs C_3, par I_3, et C_2, par I_2, ne jouent plus de rôle. Il n'y a plus d'enclenché que C_{14}, C_{13}, C_5, C_7, C_{15}, C_4, C_6 et C_{10}, ce dernier jouant d'ailleurs un rôle inerte au point de vue du courant principal.

Lorsque l'enclenchement du contacteur C_{10} est établi, il provoque l'enclenchement du contacteur C_5 qui met en court-circuit la dernière résistance R_1R_2 se trouvant en série avec les moteurs; on arrive ainsi à la sixième combinaison ou position stable II de marche, correspondant au couplage des deux moteurs en série sans aucune résistance. Le courant principal, après être sorti du moteur M_1 (*fig.* 1 et 2 *bis*) en E_1, passe directement par $E'_1\,I_5$ en R'_5, puis par I_6, I_7, I_9, I_{15}, en Q_2 au moteur M_2 (2).

---

point DD', le point DD'', le troisième contact fermé (et qui était précédemment ouvert) DD'' 2 N' du contacteur C_3 (dont l'alimentation se trouve ainsi maintenue, mais d'une autre manière), le point 2 N, la bobine 2 N' 2 F' du contacteur C_3 et le point 2 F. De là, il reprend le chemin commun.

(1) Par suite de l'enclenchement du contacteur C_1 le courant arrivant du fil 1 par le fil 1 C'' 1 C' se trouve rompu au deuxième plateau 1 C' 2 N de ce contacteur qui est soulevé, mais il passe alors par les premiers plateaux de ce même contacteur 1 C''' 1 D qui est alors fermé, se rend par les points 1 D' 1 D'' (contacteurs C_3 et C_1) à la résistance 1 D''' 1 E (servant simplement à limiter le courant de commande), au point 1 E', au deuxième plateau fermé, 1 E'-1 EE' du contacteur C_4, au point 1 EE', traverse le deuxième plateau fermé 1 EE' 2 P du contacteur C_2 non encore enclenché, puis la bobine 2 P' 2 H' du contacteur C_2 (qui alors s'enclenche) et rejoint à partir du point 2 H, le chemin du fil 2 à la terre T_1.

Par suite de l'enclenchement des contacteurs C_2, le courant du fil 2 a son chemin modifié. Ce courant partant de 2 FF, au lieu de passer par le quatrième plateau 2 FF' 2 G qui est alors ouvert, passe par le troisième plateau fermé 2 FF'', 2 P de ce même contacteur, passe ensuite par le point 2 P du contacteur C_2 pour rejoindre par la bobine 2 P' 2 H'' et le point 2 H la fin du trajet ancien du fil 2.

(2) Lorsque le contacteur C_2 se trouve maintenu enclenché, le courant venant du fil 1 en 1 EE' et qui ne passe plus, comme on vient de le voir, par le deuxième plateau ouvert 1 EE' 2 P du contacteur C , passe par le premier plateau fermé 1 EE''' 1 F' de ce même contacteur, traverse la résistance de réduction 1 F' 1 G, arrive en 1 G', passe par le deuxième plateau fermé 1 G' 2 R du contacteur C_{11} non encore enclenché, puis traverse les deux bobines en série 2 R'', 2 S du contacteur C_{11}, et 2 S, 2 K''' des contacteurs C_{11} et C_3 (qui vont alors être enclenchés) et arrive au point 2 K où il rejoint la fin du trajet commun au fil 2.

On voit aisément que par la fermeture des mâchoires I_3 du contacteur C_3 les points R_3 et R'_5 sont réunis directement, c'est-à-dire que le court-circuit est établi pour les deux résistances R_5R_4 et R_4R_3 au lieu de l'être pour R_5R_4 seulement comme précédemment. La fermeture du contact principal I_{11} du contacteur C_{11} réunit directement les extrémités de la résistance R_6R_7 mais ceci ne produit aucune action nouvelle, puisque la résistance R_6R_7 déjà été mise en court-circuit avec les suivantes R_7R_8 et R_8R_9 par l'enclenchement du contacteur C_9.

Par suite de l'enclenchement du contacteur C_{11}, le courant traversant les bobines des contacteurs C_3 et C_{11} ont eu leur parcours modifié à partir du point 2 H; le courant trouvant le quatrième plateau 2 H'' 2 J ouvert, du contacteur C_{11}, passe par le troisième fermé 2 H''' 2 R, traverse la bobine 2 R' 2 S, puis la bobine 2 S 2 K''' pour arriver en 2 K, où il rejoint la fin du chemin précédent du fil 2.

(3) Par suite de l'enclenchement du contacteur C_{11} (le contacteur C_3 qui est en série avec C_{11}, n'a pas de contacts, ni plateaux auxiliaires), le courant de commande venant du fil 1 et qui trouve ouvert le deuxième plateau 1 G' 2 R du contacteur C_{11}, passe de 1 G' au premier plateau alors fermé 1 G''' 1 H de ce contacteur, gagne le point 1 U''', traverse la résistance de réduction 1 H'' 1 J'', arrive au point 2 V, traverse le deuxième plateau encore fermé 1 U' 2 U du contacteur C_{10}, gagne par le fil 2 U' 2 U' la bobine 2 V''' 2 V du contacteur C_{10} et celle 2 V' 2 M' du contacteur C_4 (ces deux contacteurs C_{10} et C_4 s'enclenchent alors), puis rejoint à partir de 2 M la fin du parcours du courant du fil 2 pour arriver à la terre T_4.

On voit aisément que l'enclenchement du contacteur C_4 produit par la fermeture des mâchoires I_4 (*fig.* 2 et 2 *bis*), la mise en court-circuit nouvelle de la résistance R_3R_2 L'enclenchement des contacts principaux I_{10} du contacteur C_{10} ne produit aucun changement, car il met en court-circuit la résistance R_9R_{10} déjà mises en court-circuit avec R_3 à R_7 par le contacteur C_9.

Par suite de l'enclenchement de C_{10} le courant traversant les bobines des contacteurs C_{10} et C_4 a son parcours fortement modifié à partir du point 2 K. Trouvant le quatrième plateau 2 K'' 2 L ouvert, il passe par le troisième plateau 2 K''' 2 U' pour rejoindre, après avoir traversé les bobines 2 U'', 2 V, 2 V' 2 M', le point 2 M, où il rejoint la fin du chemin précédent du fil 2. D'autre part, par suite de l'enclenchement du contacteur C_4, le fil 2 a le début de son trajet profondément modifié avant le point 2 K'' entre le point 2 F et le point K''. En effet, par suite du soulèvement du quatrième plateau 2 F'' 2 FF, le courant arrivant de 2 F passe au troisième plateau fermé 2 F''' 2 K' et du point 2 K' se rend par un fil direct au point 2 K''' 2 K.

(1) Par suite de l'enclenchement du contacteur C_4, le quatrième plateau 2 F'' 2 FF de celui-ci se trouvant soulevé, le courant de commande partant du point 2 FF, qui desservait la série des contacteurs C_2, C_3, C_{11}, se trouve coupé et ces contacteurs tombent. Nous avons vu un peu plus haut que le courant amené par le fil 2 prend à partir de 2 F un nouveau chemin qui continue à desservir les contacteurs C_4, C_9, C_{10} et bien entendu la série des contacteurs principaux C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15}, C_6.

(2) Lorsque C_{10} est enclenché, son premier plateau 1 U''' 1 J se trouvant fermé, le courant venant du fil 1 en 1 U''' passe en 1 U''' 1 J par la résistance de réduction 1 K 1 L et arrive au plateau alors fermé 1 L 2 W du contacteur C_5, le traverse, passe dans la bobine 2 W'' 2 X du contacteur C_5 (lequel alors s'enclenche) et gagne par T' T'' la terre T_4 (située tout à gauche de la figure 2; c'est la même que celle située à droite et aussi au milieu de cette même figure, mais qui a été portée en plusieurs endroits différents pour la commodité du schéma, tandis qu'elle est marquée en un seul point sur le schéma de la figure 1).

Il est à remarquer que par suite de l'enclenchement de C_4, le

L'enclenchement du contacteur C_5 provoque l'enclenchement du contacteur C_{12}, ce qui crée une seconde connexion directe entre le moteur M_1 et le moteur M_2 en reliant [1] directement E'_1, par I_{12}, à R'_{10} I_{15}, en même temps que subsiste celle existant par R_1, E'_1, I_5, R'_5, I_6, I_7, R'_7, I_9, R_{10} R'_{10} et I_{15}.

L'enclenchement du contacteur C_{12} provoque la chute des contacteurs C_6, C_9, C_{10}, C_4 et C_5, ce qui a pour effet de rompre la liaison entre les deux moteurs par I_6, I_7, I_9 devenue inutile en ne laissant plus subsister que la liaison directe de ces deux moteurs par I_{12}, R'_{10}, I_{15} [2]. Cette combinaison supplémentaire équivalente à celle nº 6 peut être appelée 6 *bis*; c'est la combinaison finale correspondant à la position II de marche.

Lorsqu'on passe à la position III, *pv* ou *pr* de la manette du manipulateur, le courant de commande continue à être envoyé dans les fils 8 ou 0 et 2, mais est envoyé en outre dans le fil 3 (dont le trajet est indiqué par le schéma de la figure 2 par un trait ponctué) au lieu de l'être dans le fil 1 de chaque motrice [1]. Ceci a pour effet de relier séparément les deux moteurs à la ligne et à la terre; le moteur M 1 prend une nouvelle terre en T_1 (*voir* schéma simplifié de la figure 2 *bis*) par la fermeture I_1 du contacteur C_1, et le moteur M 2 reçoit une partie du courant de ligne dérivé de L_2 par la fermeture I_3 du contacteur C_3. Mais au début de cette position, la liaison série I_{12} du contacteur C_{12} existe encore: c'est la position préliminaire (combinaison 7 *p*) ou *pont* servant au passage du couplage série au couplage parallèle. Nous avons expliqué en détail, à propos du système Sprague pur [2], que cette position préliminaire ou intermédiaire correspond à un couplage en série des moteurs shuntés par les groupes entiers de résistance R_1 à R_5 et R_7 à R_{10}; les figures 3 et 3 *bis* que nous reproduisons permettent de s'en rendre compte facilement [3].

Par suite de l'enclenchement des contacteurs C_8 et C_1, les contacts auxiliaires de ceux-ci provoquent la chute du contacteur C_{12}, ce qui produit la coupure du pont [marqué I_{12} sur la figure 2 *bis*, Q'_2 E'_2 sur la figure 3 (par suite d'une erreur de gravure: en réalité, c'est Q'_1 E'_1 qu'il faut lire) et Q'_2 E'_1 sur la figure 3 *bis*] reliant les deux moteurs en série; les deux moteurs se trouvent alors reliés en parallèle, avec intercalation de toutes

début du parcours du courant du fil 1 se trouve fortement modifié entre le point 1 E′ et le point 1 U‴. Après avoir traversé le premier plateau fermé 1 EE‴ 1 H′ du contacteur C_1, il se rend par un fil direct traversant la résistance 1 H″ 1 J″ au point 1 U‴. Cette modification de parcours est d'ailleurs rendue nécessaire parce que son parcours primitif par les premiers plateaux de C_2 et C_{11} se trouve coupé par la chute de ces contacteurs et aussi par l'ouverture du deuxième plateau 1 E′ 1 EE du contacteur C_1.

Lorsque le contacteur C_5 est enclenché, son dernier plateau 2 M″ 2 T se trouve ouvert, le courant venant du fil 2 en 2 M″, passe par l'avant-dernier plateau fermé 2 M‴ 2 W′ et arrive au point 2 W, d'où il dessert la bobine 2 W″ 2 X du contacteur C_5 (dont l'alimentation par le fil 1 se trouvait coupé en 1 L′ 2 W ouvert).

(1) Par suite de l'enclenchement de C_5, le plateau 1 D′ 1 M se trouvant fermé, le courant de commande venant du point D en 1 D″ (contacteur C_1) passe en 1 D′ 1 M, arrive au point 1 M′ (contacteur C_8), puis au point 1 M″ (contacteur C_{12}), passe par le quatrième plateau fermé 1 M‴ 1 N du contacteur C_{12} alors non enclenché, le deuxième plateau fermé 1 N′ 1 P du contacteur C_8 (non enclenché), les résistances de réduction 1 P′, 1 Q, traverse la bobine 1 Q′ du contacteur C_{12} (qui alors s'enclenche) et gagne par le point 1 T′ la terre T_4 (ce point 1 T′ et cette terre T_4 sont les mêmes que ceux marqués sur la gauche de la figure 2, près du contacteur C_5; ils se trouvent éloignés seulement pour la clarté du schéma). Lorsque C_{12} est enclenché, l'alimentation de la bobine 1 Q′ de ce contacteur se fait par un autre chemin, par suite de l'ouverture du quatrième plateau 1 M‴ 1 N; un courant dérivé du point 2 B′, qui dessert la bobine du contacteur C_6, arrive au troisième plateau 2 B-1 N″ alors fermé du contacteur C_{12}, le traverse et ensuite rejoint en 1 N son chemin précédent.

On voit aisément que la fermeture des contacts principaux I_{12} du contacteur C_{12} met en relation directe le point E'_1 venant du moteur M_1 avec le point R'_{10} allant au moteur M_2.

(2) Par suite de l'enclenchement de C_{12}, le deuxième plateau 2 C 2 D de ce contacteur s'ouvrant, la dérivation du courant de commande du fil 2 qui, partant du point 2 B‴, alimentait le contacteur C_6, puis ensuite par le point 2 D la série des contacteurs C_9, C_4, C_{10}, C_5 embrochés se trouve coupée, ce qui provoque la chute de tous ces contacteurs C_6, C_9, C_4, C_{10}, C_5. Il ne reste plus alors d'enclenchés que les contacteurs C_{13}, C_{14}, C_7, C_{15} et C_{12}. Et encore C_7, bien qu'enclenché, ne sert plus à rien, puisque la communication entre I_6 et C'_7 est coupée en I_6 (mais sa fermeture sera utile pour le couplage suivant en parallèle). La chute de C_6, C_9, C_4, C_{10}, C_5 fait retrouver aux courants passant par le fil 2 leur chemin de terre du début du point 2 D par les quatrièmes plateaux de ces contacteurs.

(1) Par les doigts 10, 12, 9 et 3.

(2) *La Revue électrique*, t. IX, 15 mai 1908, p. 353.

(3) On a vu que les contacteurs C_{14}, C_{13}, C_7 et C_{15} étaient enclenchés..

Le courant de commande envoyé par le fil 3 et partant de la borne 3 du fusible i_6 se rend (le parcours du courant dans le circuit est indiqué par un trait ponctué sur le schéma de la figure 2) au premier plateau ou plateau supplémentaire 3‴ 3′ du contacteur C_8 non enclenché, traverse ce premier contact fermé 3‴ 3′, se rend au premier plateau fermé 3″ 3 A du contacteur C_{12} enclenché, se rend au point 3 A′ et au deuxième plateau 3 A″ du contacteur C_2 non enclenché, passe par ces contacts fermés 3 A″ 3 B et se rend en 3 B′ à la bobine du contacteur C_1. Après avoir traversé cette bobine 3 B′ 3 C (ce qui provoque l'enclenchement de C_1), le courant du fil 3 se rend à la bobine 3 C′ 3 D du contacteur C_3 (qui alors s'enclenche) et passe au point 2 D″, d'où il rejoint la terre par le même chemin que le courant passant par le fil 2.

Par suite de l'enclenchement des contacteurs C_1 et C_8, c'est-à-dire de la fermeture des contacts principaux I_{10} et I_8, le courant principal prend le chemin suivant (*fig.* 1 et 2 *bis*): à partir du coupe-circuit principal L'_1 et du point L_2, une partie passe, comme dans la marche en série avec résistance (première combinaison et suivantes jusqu'à la 7 *bis*) par le fil L_1, les contacts principaux I_{14}, I_{13}, le relais d'accélération D, le fil Q''_1, le moteur M_1, le fil E_1, le point E'_1. Arrivé en E'_1, une partie du courant traverse la série des quatres résistances R_1 à R_4 et rejoint par le contacteur fermé I_1 la Terre T_1. Une autre partie du courant passe du point E'_1 au contacteur fermé I_{12} et au point R'_{10}. Là, deux branchements s'établissent: un se rend par le contacteur I_{15} fermé et le fil Q''_2 au moteur M_2 et de là par le fil E_2 à la terre T_2; un autre traverse la série de résistance R_{10} à R_7 et par le contacteur fermé I_7, et le contacteur fermé I_8 rejoint le point de départ LL_2. Cette combinaison correspond à celle représentée en figure 3, sauf qu'il y a cinq résistances au lieu de quatre (R_1 à R_5 au lieu de R_1 à R_4), en série avec le moteur M_1 et l'on voit aisément sur le schéma équivalent mais disposé autrement de la figure 3 *bis* que cette combinaison correspond au couplage des moteurs en série shuntés par leurs groupes entiers de résistances.

les résistances R_1 à R_5 sur le circuit du moteur 1 et R_7 à R_{10}, soit 0,95 ohm, sur le circuit du moteur 2 (1)

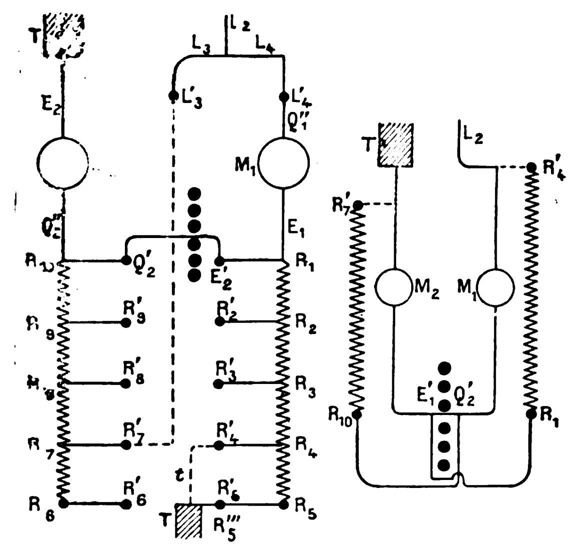


Fig. 3 et 3 *bis*.

——— Deuxième position de marche, couplage en parallèle.

- - - - - Pont couplage en série des moteurs shuntés.

. . . . . Coupure du pont. Première combinaison du couplage en parallèle : maximum de résistances en circuit.

(nous ne savons pas trop pourquoi on a mis sur le moteur M_1, une résistance supérieure au lieu d'une résistance égale à celle mise sur le moteur M_2); c'est la combinaison 7 et la position stable III de marche.

La quatrième et dernière touche de marche avant P_v ou P_r du manipulateur provoque une suite de combinaisons successives qui mettent progressivement en court-circuit toutes les résistances intercalées dans les circuits des moteurs de la manière suivante. Le courant de commande qui passait déjà par les fils 8 ou 0, 2 et 3, est renvoyé en outre dans le fil 1 de toutes les motrices.

Le courant parcourant ce fil 1 traverse d'abord la même suite de contacteurs que dans la marche en série, de sorte qu'on voit se reproduire les mêmes enclenchements successifs de contacteurs, sauf pour la première étape ou deuxième combinaison de marche en série correspondant à l'enclenchement de C_9, qui n'a pas lieu parce que C_6 n'est pas enclenché comme il l'était à la marche en série (1). Dans une première étape correspondant à la deuxième de marche en série et qui constitue la huitième combinaison d'ensemble, le contacteur C_2 est enclenché (2), ce qui met (*fig.* 1 et 2 *bis*) en court-circuit la résistance $R_5 R_4$ du moteur M1 (il reste en série trois résistances R_1 à R_4 sur le circuit du moteur M1 et trois résistances équivalentes, de 0,95 ohm au total, R_7 à R_{10}, sur le circuit du moteur M2). Dans la deuxième étape ou neuvième combinaison totale, les contacteurs C_3 et C_{11} étant enclenchés, une nouvelle résistance est mise en court-circuit sur chaque moteur, R_4, R_3 sur le moteur M1, $R_7 R_8$, sur le moteur M2 (il reste alors au total, sur chaque moteur, deux résistances de 0,54 ohm : R_1 à R_3 sur le moteur M1, R_8 à R_{10} sur le moteur M2). Dans la troisième étape ou dixième combinaison totale, les contacteurs C_4 et C_{10} étant enclenchés, une nouvelle résistance est mise en court-circuit sur chaque moteur, $R_3 R_2$ sur le moteur M1 et $R_8 R_9$ sur le moteur M2 (il ne reste alors sur chaque moteur qu'une seule résistance $R_2 R_1$ pour le moteur M1 et $R_9 R_{10}$ sur le moteur M2, de 0,23 ohm de résistance). L'enclenchement des contacteurs C_4 et C_{10} est suivie, comme dans la marche en série, de la chute des contacteurs C_2, C_3, C_{11} devenus inutiles, puis de l'enclenchement du contacteur C_5 (il ne reste d'enclenchés que les contacteurs C_{14}, C_{13}, C_{15}, C_7, C_4, C_3, C_1, C_{10}, et C_5). Cet enclenchement met en court-circuit la dernière résistance $R_1 R_2$ du moteur M1, lequel est alors relié directement à la terre T_1. En outre, il provoque aussi

(1) Par suite de l'enclenchement du contacteur C_8, les deuxièmes contacts auxiliaires 1N'1P se trouvant ouverts, le courant du fil 1 qui venait de 1P pour alimenter la bobine 1Q'T'' du contacteur C_{12} se trouve coupé et le contacteur C_{12} tombe.

L'ouverture des contacts principaux I_{12} de C_{12} sépare les points E'_1 et R'_{10}. Le courant principal qui part de L_2 (voir *fig.* 2 *bis* et 1), après avoir traversé, comme il a été dit plus haut, le moteur M_1, ne se partage plus en E'_1 et traverse la série de résistances R_1 à R_5 et gagne la terre T_1. Une autre partie du courant principal partant de L_2, passe par le fil L_3, le contacteur fermé I_8, le contacteur fe mé $I_{:}$, le point $R'_{,}$, la série de résistances R_7 à R_{10}; arrive au point R_{10}, traverse le contacteur fermé R_{15}, arrive par le fil Q_2 au moteur M_2, le traverse et en ressort en E_2 pour gagner la terre T_2.

L'enclenchement de C_1 et C_8 ne change pas l'alimentation de leurs bobines tant que C_{12} n'est pas déclenché, mais il coupe le retour du courant parcourant le fil 2 par l'ouverture du deuxième plateau auxiliaire 2A', 2B de C_1 : le courant de 2 passe alors par le premier plateau auxiliaire fermé 2A'', 3A du contacteur C_1 puis de là suit le même chemin que le courant parcourant le fil 3.

Lorsque C_{12} tombe, l'alimentation de la bobine 3B'3C des contacteurs C_1 et 3C'3D du contacteur C_8 change, car elle se trouve coupée au premier plateau auxiliaire 3'',3A ouvert de C_{12}. Elle est alors empruntée en 2A', près du contacteur C_1, au courant parcourant le fil 2 ; elle passe par le premier plateau fermé 2A''3A de C_1 et de là rejoint le point 3A' qui alimente, on l'a vu précédemment, par 3A'3B les bobines 3B'3C et 3C'3D.

(1) Le contacteur C_6 n'étant pas enclenché, l'alimentation de la bobine 2N'' 2F'' du contacteur C_9 est coupée en 1C1B''.

(2) Le courant venant du fil 1 des coupe-circuit i_6 traverse (circuit marqué sur la figure 2 en trait continu plus gros que celui du fil 2) comme précédemment les contacts 1' 1'' et la bobine à fil fin 1A 1B du relais d'accélération D, puis arrive au point 1B'. Là il passe par le troisième plateau fermé 1B'''1D'' du contacteur C_1 enclenché (le branchement se dirigeant sur 1B'' dans la marche en série se trouve coupé au premier plateau 1B''1C du contacteur C_6 non enclenché) et arrive par 1D'''1E au point 1E' où il rejoint par le même chemin 1E', 1EE, 1EE', 2P que dans la marche en série, la bobine 2P'' 2H'' 2H du contacteur C_2; la fin du parcours est la même.

La suite des enclenchements a lieu de la même façon que dans la marche en série jusqu'à l'enclenchement des contacteurs C_4 et C_{10} suivis de la chute des contacteurs C_2, C_3 et C_{11}.

l'enclenchement de C_9 [1] (et non de C_{12}), ce qui met en court-circuit la dernière résistance $R_9 R_{10}$ du moteur M2 qui est alors aussi relié directement à la terre T_2; on arrive ainsi la quatrième étape qui constitue la onzième et dernière combinaison de moteurs et aussi la position stable IV de marche, à vitesse maximum, qui est la plus fréquemment employée.

Comme on vient de le voir, le passage de la combinaison 6 *bis*, couplage en série sans résistance (degré II de marche stable) à la septième de couplage en parallèle avec toutes les résistances (position III, état de marche stable), est effectué avec une vitesse dépendant de la vitesse de manœuvre du mécanicien pour le passage d'une touche à l'autre du manipulateur, c'est-à-dire n'est pas réglé automatiquement, mais en pratique il n'y a jamais à craindre que cette vitesse soit trop rapide; il y a seulement une petite étincelle aux mâchoires principales du contacteur C_{12}, au moment de la rupture du pont en I_{12} qui correspond à une légère diminution du courant (*fig.* 2 *bis*); c'est pourquoi cette rupture se trouve soufflée par une bobine à fil fin $2C'2C_1$ qui se trouve parcourue par un courant au moment où C_{12}, après avoir été enclenché, retombe (ce qui ferme la communication du deuxième plateau $2C'2D'$ de C_{12}).

La vitesse de passage successif de la huitième à la onzième combinaison, c'est-à-dire des étapes qui mènent de la marche en parallèle avec toutes les résistances en circuit (position stable III, de marche) à la marche en parallèle sans résistance (position stable IV de marche), est réglée, comme dans le passage de la position I à la position II, par le régulateur d'accélération D, qui coupe le circuit du fil d'accélération 1 quand le courant total traversant les moteurs dépasse 200 ampères, en laissant fermés les circuits parcourus par les courants de maintien venant du fil 2, ce qui arrête les enclenchements ultérieurs des contacteurs tout en maintenant ceux établis, puis rétablit le circuit du fil 1, c'est-à-dire permet le passage à la combinaison suivante quand, par accélération prise par le train, le courant dans les moteurs est redescendu à 180 ampères.

[1] Le contacteur C_9 se trouve enclenché comme dans la marche en série; par suite de l'enclenchement du contacteur C_{10}. Son enclenchement ne provoque plus l'enclenchement du contacteur C_{12}, parce que le branchement qui desservait la bobine $10'T'$ de celui-ci se trouve coupé au deuxième plateau auxiliaire ouvert $1N'$, $1P$ du contacteur C_8, qui n'est plus tombé mais enclenché.

Par suite de l'enclenchement du contacteur C_9, son plateau auxiliaire $1D'$, $1M$ étant fermé, le courant du fil 1 le traverse, puis, arrivé au point $1M'$ (contacteur C_8), se rend au plateau fermé $1M''1C''$ de ce contacteur C_8 enclenché; après l'avoir traversé, il se rend au point $1C'$ (contacteur C_9), traverse le deuxième plateau fermé $1C'2N$ du contacteur C_9, à ce moment non encore enclenché, et arrive à la bobine $2N''2F''$ du contacteur C_9 (lequel va alors s'enclencher), puis, après avoir traversé cette bobine, rejoint au point $2F$ le chemin suivi par le courant du fil 2.

Une fois C_9 enclenché, le courant continue à passer dans la bobine $2N''2F''$ de ce contacteur, mais par un autre chemin, parce que le deuxième plateau auxiliaire $1C'2N$ du contacteur C_9 est ouvert; il part du point DD' (voisin du premier plateau auxiliaire $2D''DD'$ fermé du contacteur C_8 enclenché), arrive au troisième plateau fermé DD'', $2N'$ du contacteur C_9, passe de là à la borne $2N$ et se rend ensuite à la bobine $2N''2F''$.

Cet arrêt dans les combinaisons intermédiaires entre la huitième et la onzième, au lieu d'être produit automatiquement par le régulateur d'accélération, peut être produit par la volonté du mécanicien (comme dans la marche en série entre positions I et II). Si, après avoir mis sa manette à la position IV, il la ramène à la position III, au moment, où à l'oreille, il juge qu'il se trouve sur une combinaison intermédiaire entre la huitième et la onzième (c'est-à-dire avant que la combinaison finale 11 ou position IV soit atteinte), le train reste à la vitesse correspondant à cette combinaison intermédiaire.

Mais, lorsque la position finale IV de marche en parallèle, ou 11e combinaison des moteurs est atteinte, le retour à la position III du manipulateur n'a plus aucun effet, parce que tous les contacteurs correspondant à la onzième combinaison restant enclenchés par le courant de maintien du fil 2, malgré la coupure du fil 1 d'accélération, il ne peut se produire aucun changement de combinaisons des moteurs; c'est l'équivalent de ce qui se produisait lorsque la position II de marche en série était atteinte.

Bien plus, on voit aisément que lorsque la position IV finale (11e combinaison de moteur) a été atteinte, le retour de la manette même aux positions II et I, ne produit aucun ralentissement de vitesse, puisque tant que le fil de maintien 2 n'est pas coupé, la combinaison d'enclenchement de contacteurs correspondant à la position finale IV se trouve maintenue et qu'il n'y a alors aucune raison pour un changement de combinaisons des contacteurs. Ce n'est qu'au moment où la manette du manipulateur est ramenée à la position d'arrêt 0 que le courant de maintien 2 se trouvant coupé (sous le doigt 2 du manipulateur séparé du doigt 10), les contacteurs qui se trouvaient enclenchés à ce moment tombent ensemble brusquement. Tous les contacteurs reviennent alors au repos, et notamment les contacteurs principaux qui coupent le courant principal circulant dans les moteurs M_1 et M_2. Si l'on était sur la position IV ou III de couplage en parallèle avant le retour au zéro, la rupture se fait (*fig.* 2 *bis*) en I_{14}, I_{13} pour le moteur M_1 et en I_5, I_7, I_{15} pour le moteur M_2. Si l'on était sur la position II ou I de couplage en série, avant le retour au zéro, la rupture se fait pour l'ensemble des deux moteurs en I_{14}, I_{13}, I_7, I_{15} et encore en I_{12} ou en I_5. On voit que la rupture du courant principal a lieu toujours à la fois sur plusieurs contacteurs, de sorte qu'un manque de suppression du courant n'est guère à craindre, même si quelques-uns des contacteurs rataient, puisqu'il suffit du fonctionnement d'un seul dans le cas de la marche en série et de deux dans le cas de la marche en parallèle pour que la rupture du courant dans les moteurs soit assurée.

En résumé, le système Sprague-Thomson, d'après ce que nous venons de voir, permet d'atteindre normalement quatre degrés de vitesses différentes I, II, III et IV, et au besoin, mais seulement par un artifice exigeant une grande délicatesse de jugé de la part du mécanicien, quatre ou cinq degrés de vitesses intermédiaires entre I et II ou entre III et IV; mais dès qu'un degré de vitesse est atteint, fût-ce celui de vitesse maximum, il est impossible de revenir à un degré inférieur de vitesse; on ne peut que couper entièrement le courant dans les moteurs,



quitte à revenir ensuite au degré qu'on veut. Cette restriction, qui serait certainement gênante pour des chemins de fer ordinaires, ne l'est pas sur les métropolitains où l'on n'a presque jamais à ralentir autrement que pour arrêter à une station, cas où il y a avantage, on le sait, à couper complètement le courant; les cas où l'on a à ralentir en pleine voie étant rares, il n'y a pas d'inconvénient à opérer en coupant le courant, puis en le rétablissant sur un degré de vitesse modéré.

L'équipement Sprague-Thomson comporte encore un relais de tension (non représenté sur les schémas des figures 1 et 2), relié constamment, d'une part, à la prise de courant de la voiture motrice et, d'autre part, à la terre. Lorsque le frotteur passe sur le coupon isolé du troisième rail (qui est ménagé aux changements de section), la bobine du relais de tension n'est plus alimentée et le noyau de ce relais retombe, entraînant dans sa chute un disque qui coupe le circuit de commande des contacteurs et ramène le tout à la première combinaison de démarrage en série. Aussitôt que le frotteur retrouve du courant, le relais de tension est de nouveau attiré et forme le circuit de commande des contacteurs; l'enclenchement successif des contacteurs se reproduit jusqu'à la combinaison où les appareils se trouvaient.

Ch. Jacquin.

CHEMINS DE FER.

Résultats de la traction électrique sur la ligne Saint-Clair tunnel.

Les lignes du Michigan du Grand Trunk Railway sont reliées aux lignes canadiennes par un tunnel de 3500 m de longueur passant sous la rivière Saint-Clair. En raison de la pente considérable (2 pour 100) des voies d'approche la traction électrique a été substituée depuis 1908 à la traction à vapeur primitivement employée.

Dans un article récemment publié dans ces colonnes [1] se trouvaient décrites les installations électriques effectuées tant en vue de la traction des trains qu'en vue de l'épuisement des eaux qui, pendant la saison des pluies, tendent à s'accumuler dans le tunnel. A la fin de cet article, il était dit que ces installations ont fonctionné très régulièrement depuis leur mise en service. Voici sur ce point quelques nouvelles données d'après une étude d'un de nos confrères allemands [2].

Les bandages des roues motrices ont été tournés après douze mois de service. Les pignons à seize dents et les roues à quatre-vingt cinq dents, transmettant le mouvement des moteurs aux essieux, peuvent effectuer un parcours de 80000 à 100000 km, mais en général, ils doivent être changés après 50000 km.

En raison des faibles vitesses de marche, la pression du frotteur sur le fil aérien a pu être réduite entre 2,3 kg : cm^2 et 3,2 kg : cm^2; la durée des frotteurs en tôle de fer correspond à un parcours d'environ 5000 km.

Chaque locomotive a effectué sous charge, un parcours moyen de 4350 km par mois, au maximum 5700 km. La canalisation aérienne et les appareillages électriques n'ont éprouvé aucune altération importante.

La station centrale, qui fournit le courant pour la traction, ainsi que celui nécessaire aux pompes d'épuisement, contient deux turbo-alternateurs triphasés d'une puissance normale de 1250 kw pour une seule phase, pouvant s'élever à 2000 kw et même 2300 kw pendant 4 à 5 minutes; les autres phases sont chargées d'environ 200 kw par les pompes d'épuisement et assurent, en outre, divers autres services. En marche normale la station centrale fournit journellement 10000 kilowatts-heure.

L'énergie absorbée pour la traction d'un train de 1000 tonnes dans le tunnel est évaluée à 141 kilowatts-heure; en réalité, elle est sensiblement inférieure à ce chiffre. La tension du courant est maintenue pratiquement constante à 3300 volts à la station centrale, à l'aide d'un régulateur Tirill pour des puissances comprises entre 250 et 2500 kw.

(1) *La Revue électrique*, t. XIV, 30 juillet 1910, p. 62.

(2) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 3 sept. 1910.

Locomotives à courant monophasé de la ligne Saint-Polten à Mariazell [1].

La ligne à voie étroite qui relie Saint-Polten à Mariazell, longue de 101 km, est desservie par dix-sept locomotives électriques alimentées par du courant monophasé à 600 volts et 25 périodes : seconde.

Ces locomotives sont constituées par une longue cabine fermée contenant tout l'appareillage électrique et portant les organes de choc et de traction qui reposent sur deux bogies à trois essieux.

Les essieux de chacun des bogies sont distants de 945 mm et l'écartement des essieux intérieurs les plus rapprochés des bogies est de 3100 mm.

Chaque bogie porte un moteur série de 250 chevaux qui, par des engrenages, établis pour le rapport $\frac{1}{2.9}$, actionne un arbre intermédiaire relié par bielles et manivelles aux trois essieux moteurs accouplés.

Chaque moteur est alimenté par un transformateur pourvu de sept bornes de contact lui donnant du courant à une tension progressive maximum de 250 volts. Avec ses appareils de refroidissement un moteur pèse 2 tonnes; les deux moteurs, y compris les organes de transmission, pèsent ensemble 12 tonnes; les deux transformateurs pèsent 7 tonnes; les deux manipulateurs pèsent 4 tonnes; les deux archets de prise de courant établis pour des hauteurs de fil comprises entre 3,5 m et 5,50 m pèsent 1 tonne.

Le poids total de la locomotive en ordre de marche est de 45 tonnes dont 21 tonnes représentent exclusivement le poids de la partie mécanique.

L'effort de traction maximum développé par les moteurs est de 7000 kg et ceux-ci peuvent donner à la locomotive une vitesse de 50 km à l'heure.

Pour effectuer la traction des trains lourds on peut accoupler deux locomotives et les commander par les appareils de distribution à unités multiples.

(1) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 10 sept. 1910 et *Bulletin technologique des Écoles d'Arts et Métiers*, nov. 1910, p. 1630.



MESURES ET ESSAIS.

Les instruments électriques anglais à l'Exposition de Bruxelles [*suite* [1]].

I. Galvanomètres. — *Galvanomètre à corde d'Einthoven* [2]. — Ce galvanomètre (*fig.* 2 et 3) a été développé par le professeur Einthoven, de l'Université de Leyde, et les études de détail de l'instrument ont été faites par M. W. Duddell, F. R. S. Il est essentiellement du type *à bobine mobile*, la bobine étant réduite à une

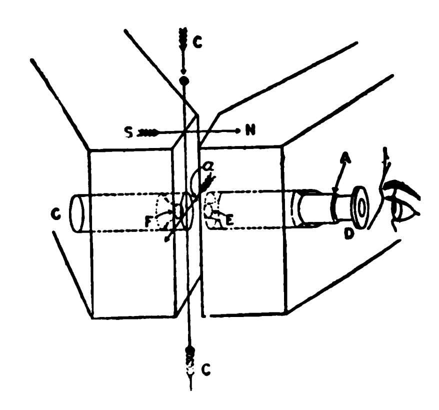


Fig. 2. — Schéma du galvanomètre d'Einthoven.

simple *corde* ou fil tendu dans un très étroit espace d'air entre les pôles d'un puissant électro-aimant. La

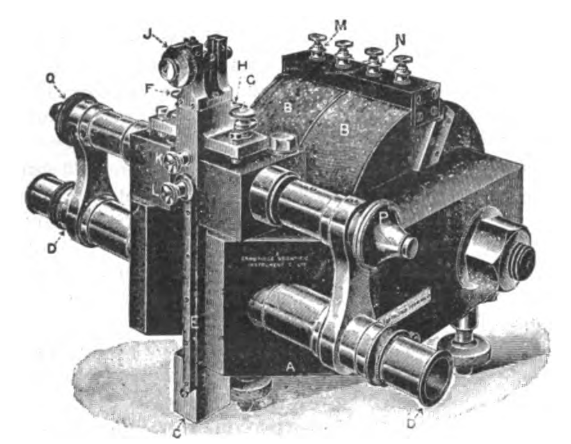


Fig. 3. — Galvanomètre à corde d'Einthoven.

fibre est généralement faite de quartz argenté, mais quelquefois on peut se servir d'un fil de métal. Le schéma de la disposition est montré dans la figure 2. Quand un courant traverse le fil CC, il est dévié dans le sens de la flèche *a*, c'est-à-dire à angles droits du champ magnétique NS. Ce petit mouvement est observé au moyen d'un microscope A passant dans un trou percé dans les fers polaires, ou en projetant une image agrandie du fil sur un écran au moyen d'une lampe à arc et d'une lanterne de projection. L'instrument est extrêmement sensible, tout à fait apériodique, a une très courte période et est pratiquement sans self-induction ou capacité. Employé conjointement avec un appareil d'enregistrement photographique, il peut enregistrer des courants alternatifs ou périodiques de très petite amplitude, ou leurs variations peuvent être observées, avec l'œil, dans un miroir tournant. L'instrument est extrêmement utile dans les recherches physiologiques et fut en effet développé par le professeur Einthoven surtout pour ce but.

La période dépend entièrement de la tension de la fibre qui est ajustée au moyen d'une vis micrométrique (*fig.* 3). Avec une tension modérée, la période est extrêmement rapide et, en augmentant la tension, elle peut être ordinairement réduite à une valeur moindre que 0,01 de seconde. En pratique, la condition qui limite est ici l'amortissement. Si la tension est trop grande, l'instrument cesse d'être apériodique et se présente comme *oscillant*. La petitesse de la période est due au poids excessivement petit de la fibre et à son inertie. Son poids est approximativement 10^{-6} gr. Si la tension est diminuée, la fibre peut atteindre son déplacement total en plusieurs secondes et en conséquence gagner en sensibilité. L'accroissement indéfini de la période en détendant la fibre est cependant limité en pratique par le manque de fixité du zéro et par le fait que quand elle est très détendue, la fibre se meut hors du foyer quand elle est déviée.

Le galvanomètre est tout à fait apériodique dans une large étendue, l'amortissement étant partiellement électromagnétique et partiellement dû au frottement de l'air. L'amortissement électromagnétique peut être varié en changeant l'intensité du champ magnétique et la résistance en circuit avec la fibre. L'amortissement peut être aussi varié au moyen d'une disposition convenable de capacité et d'inductance dans le circuit.

La Table suivante donne quelques résultats d'essais de sensibilité de galvanomètres Einthoven :

(1) *La Revue électrique*, t. XV, 13 janvier 1911, p. 44.

(2) W. Einthoven, *Un nouveau galvanomètre* (*Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles*, 2e série, t. VI, 1901, p. 625; *Ann. der Physik*, vierte Folge, Band XII, 1903).

W. Einthoven, *On a new method of damping oscillatory deflections of a galvanometer* (*Koninklike Akademie van Wetenschappen te Amsterdam*, November 23 rd, 1904).

W. Einthoven, *Further researches on the applications of the string galvanometer* (*Ann. d. Physik*, 21, 3, p. 483-514, november 20 th, 1906, and p. 665-700, November 27 th, 1906).

Th. Edelmann, *Sur un petit modèle de galvanomètre à corde avec dispositif pour l'enregistrement photographique* (*La Revue électrique*, t. V, 15 mars 1906, p. 155).



MATIÈRE DE LA FIBRE.	DIAMÈTRE de la fibre.	RÉSISTANCE en ohms.	PÉRIODE en secondes.	DÉVIATION EN MILLIMÈTRES par micro-amp.	DÉVIATION EN MILLIMÈTRES par micro-volt.	FORMULE de mérite (¹).
	mm					
Fibre de quartz argenté	0,003	8720	0,004	6,1	7×10^{-4}	12×10^4
	0,002	6610	— (²)	57000	8,6	—
	0,003	15400	— (²)	44000	2,9	—
Fibre de verre argenté	$0{,}003_5$	3060	— (²)	40000	13	—
			$0{,}005_5$	11	$3{,}6 \times 10^{-3}$	17×10^4
	$0{,}002_5$	15000	$0{,}006_5$	16	$1{,}1 \times 10^{-3}$	$9{,}6 \times 10^4$
	$0{,}002_5$	12030	— (²)	56000	4,7	—
Fil d'aluminium	0,035	6,9	0,039	11	1,6	$4{,}0 \times 10^4$
			0,0012	$1{,}1 \times 10^{-2}$	$1{,}6 \times 10^{-3}$	$3{,}9 \times 10^4$
Fil d'argent	0,017	8,2	0,082	36	4,4	$2{,}7 \times 10^4$
			0,0026	$4{,}0 \times 10^{-2}$	$4{,}9 \times 10^{-3}$	$3{,}1 \times 10^4$

(¹) Formule de mérite $= \frac{100 \times D}{T^2 R^{\frac{2}{5}}}$ $D = \frac{\text{mm}}{M}$ par 10^{-6} amp.

(²) Dans ce cas le mouvement de la fibre est tout à fait apériodique. Elle met environ 10 secondes pour atteindre sa déviation totale.

Thermo-galvanomètre de Duddell (¹). — Dans cet instrument qui sert à mesurer les courants alternatifs

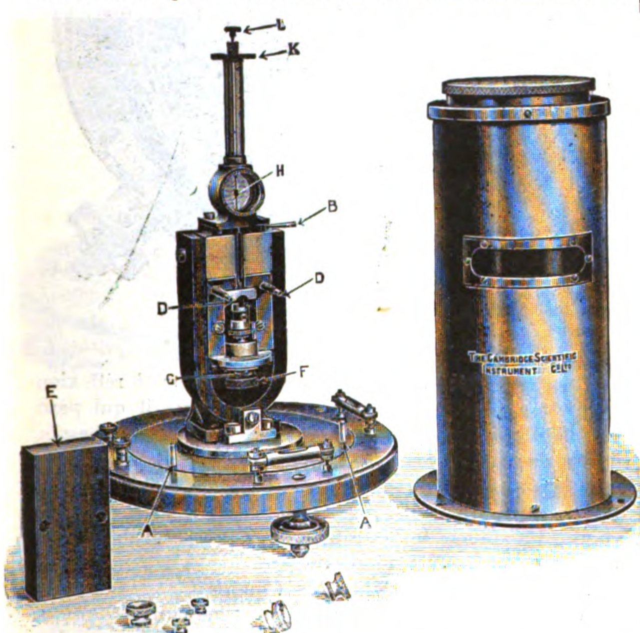


Fig. 4. — Thermo-galvanomètre Duddell.

de haute fréquence, le courant à mesurer passe à travers une résistance *chauffoir* obligeant sa température à croître. Immédiatement au-dessus de ce *chauffoir* est placé un très petit couple thermo-électrique (*fig.* 4) qui ferme le circuit d'une bobine supportée entre les pôles d'un aimant permanent et formée d'un simple tour de fil suspendu par une fibre de quartz.

Le thermo-galvanomètre peut être employé pour la mesure de courants alternatifs ou discontinus avec un grand degré de précision. Il n'a pratiquement ni self-induction, ni capacité, et peut donc être utilisé sur un circuit de n'importe quelle fréquence (souvent au-dessus de plusieurs millions par seconde); il peut mesurer des courants aussi petits que 20 micro-ampères. Il est également correct sur les courants continus ou alternatifs, peut donc être étalonné avec précision avec un courant continu et employé sans erreur sur les circuits *de n'importe quelle fréquence et forme d'onde* et est spécialement adapté aux mesures de téléphonie et de télégraphie sans fil.

La Table suivante donne approximativement les sensibilités de quelques thermo-galvanomètres, l'échelle étant distante de 1000 mm :

RÉSISTANCE du chauffoir.	COURANT pour donner 250 mm de déviation	COURANT pour donner 10 mm de déviation	DIFFÉR. DE POTENTIEL pour donner 250 mm de déviation	DIFFÉR. DE POTENTIEL pour donner 10 mm de déviation.	
Environ	micro-amp.	micro-amp.	milli-volts.	milli volts.	
1000 ohms	110	22	110	22	chauffoir appliqué contre la jonction.
400 —	175	35	70	14	
100 —	350	70	35	7	
40 —	550	110	22	4,4	
10 —	1100	220	11	2,2	
4 —	1750	350	7	1,4	
1 ohm	3500	700	3,5	0,7	
1 ohm	10000	2000	10	2,0	chauf. écarté de la jonct.

(¹) W. Duddell, *Instruments for the measurement of large and small alternating currents* (*Phil. Mag.*, july 1904; *Jour. de Phys.*, 4ᵉ série, t. IV, 1905, p. 5); *Appareils de mesure pour les courants alternatifs de grande et de petite intensité* (*La Revue électrique*, t. II, 30 déc. 1904, p. 371 et 377). — W. Duddell and J.-E. Taylor, *Wireless Telegraphy measurement* (*Journal of Inst. of Elect. Engineers*, t. XXXV, p. 321, London). — E. Bellini and A. Tosi, *A directive system of wireless Telegraphy* (*Electrical Engineering*, London, november 14th, 1907).

Galvanomètres à pivot unique. — M. R.-W. Paul a réalisé une série d'instruments portatifs à cadre mobile, de type unique, au moyen desquels on peut obtenir une sensibilité dépassant plusieurs centaines de fois celle des instruments semblables. Ces instruments sont caractérisés par l'emploi d'un seul pivot pour supporter le système mobile (*fig.* 5, 5 *a* et 6).



Fig. 5. — Partie essentielle des appareils à pivot unique de R.-W. Paul.

Le noyau sphérique en fer se trouvant entre les pôles de l'aimant permanent est perforé d'un trou jusqu'à son centre, où se trouve une chape à pierre fine sur laquelle s'appuie le pivot, un court axe vertical (*fig.* 5). La partie mobile est ainsi supportée en son centre de gravité, de sorte que l'opération de calage est de peu

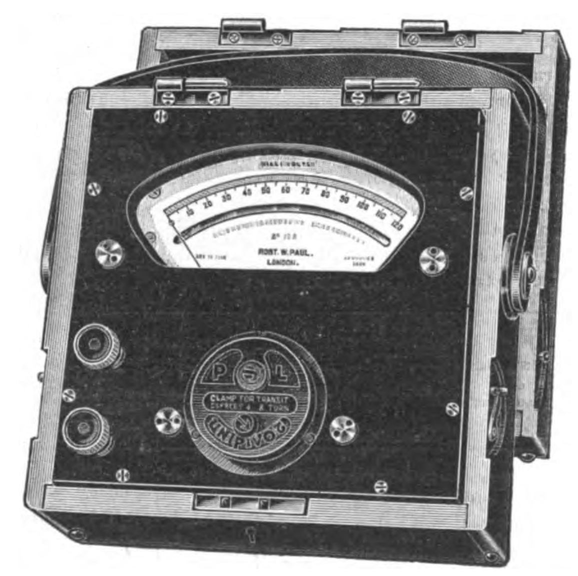


Fig. 5 *a*. — Appareil à pivot unique. Vue d'ensemble.

d'importance. L'emploi d'un seul pivot réduit le frottement de telle manière que des instruments portatifs donnant moins d'un millionième d'ampère peuvent être utilisés.

Plusieurs de ces instruments sont adaptés à des usages spéciaux, la sensibilité extraordinaire qu'ils possèdent permettant d'exécuter avec un instrument portatif des mesures qui n'étaient pas possibles jusqu'ici.

Les instruments sont munis d'un dispositif pour élever et serrer le cadre mobile et pour le réglage du zéro. L'aimant et le cadre mobile sont soigneusement isolés de la caisse, et l'on peut disposer le zéro soit au centre, soit au bout des échelles.

Ces instruments sont fort utiles pour la mesure précise de petites tensions, de même qu'ils peuvent être employés comme ampèremètres pour des courants atteignant de grandes valeurs en les combinant avec de petits shunts de prix peu élevé.

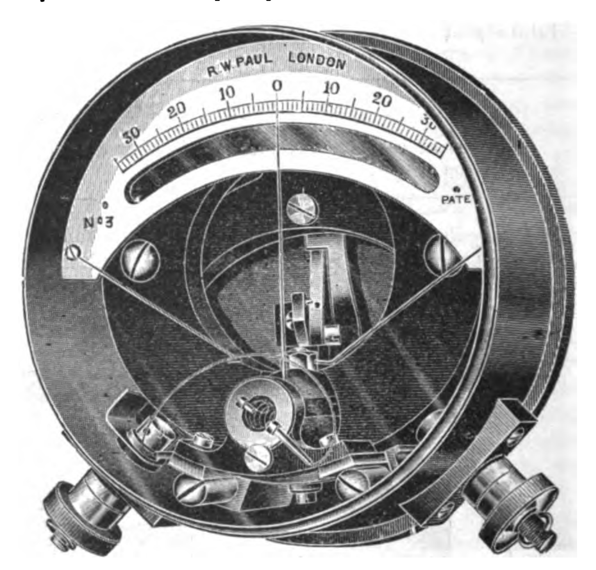


Fig. 6. — Appareil à pivot unique. Vue intérieure.

Voici quelques chiffres sur le galvanomètre à réflexion à pivot unique. C'est un instrument portatif qui peut être fixé au mur si on le désire, et qui n'a pas besoin d'être mis exactement de niveau. Il est prêt pour l'utilisation par desserrage de la bobine mobile. Il a un temps d'oscillation très court. Avec une période de 1,5 seconde et une résistance de 200 ohms, il a une sensibilité de 25 mm à 1 m, pour 1 micro-ampère.

Galvanomètre à vibration de Campbell [1]. — C'est un exemple intéressant d'un type d'instrument qui a été perfectionné pour obtenir l'exactitude nécessaire dans les mesures de fréquences en téléphonie et en télégraphie sans fil. Il est plus spécialement utile dans la mesure, à l'aide de méthodes de zéro, de petites inductances et capacités, remplaçant le téléphone dans beaucoup d'applications et étant capable, à cause de sa grande sensibilité, d'atteindre une bien plus grande précision (*fig.* 7).

L'instrument est *accordé* pour avoir une période propre de vibration égale à celle du courant dans le

[1] *Phil. Mag.*, octobre 1907.



circuit en expérience, et sa sensibilité dépend de l'exactitude de l'accord. Il ne doit pas résonner pour d'autres fréquences et si l'on emploie d'autres ondes que des ondes sinusoïdales il tient seulement compte de la fréquence pour laquelle il a été accordé, de sorte que le circuit peut être considéré comme traversé par une onde sinusoïdale pure de cette fréquence.

Il est du type à cadre mobile, avec un aimant permanent ou un électro-aimant, et en faisant varier la tension de la suspension, l'instrument peut être réglé pour résonner à n'importe quelle fréquence, de 50 à 1000, sans ouvrir la boîte.

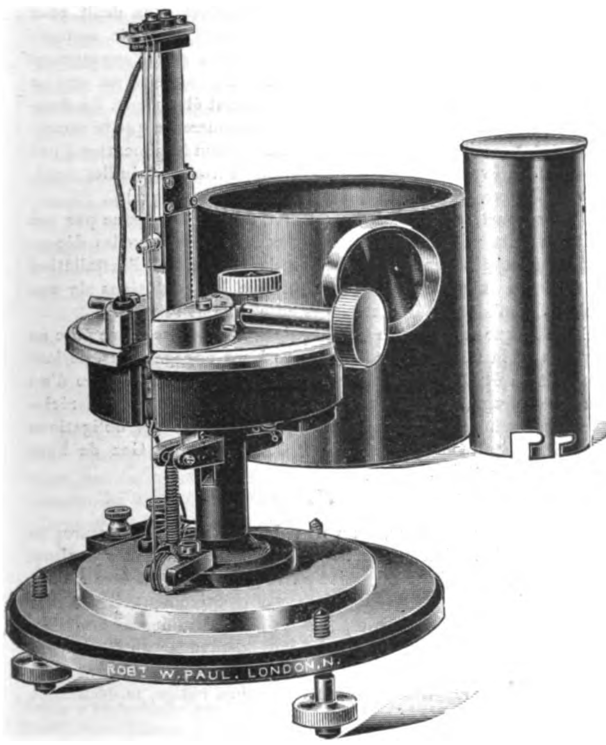


Fig. 7. — Galvanomètre à vibration de Campbell.

Un alternateur, un diapason, un fil vibrant, ou, pour les plus hautes fréquences, un bourdon microphonique (*microphone hummer*) peuvent être employés comme source d'énergie.

Avec une résistance effective de 60 ohms à 100 cycles par seconde, la sensibilité est d'environ 5 mm à 1 m pour 1 micro-ampère.

Galvanomètre portatif à courants alternatifs et continus [1]. — Cet appareil permet la mesure des courants à haute fréquence depuis 5 micro-ampères, et des courants continus depuis 0,1 micro-ampère.

Les indications de cet instrument dépendent d'un *baretter* [1] (constitué par un filament fin de charbon dans le vide), que traverse le courant alternatif; par conséquent la température du filament s'accroît, et en même temps sa résistance diminue, ce qui est indiqué par le changement d'un courant continu superposé traversant le galvanomètre (*fig.* 8).

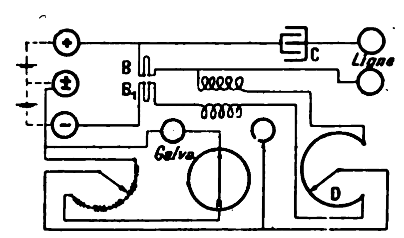


Fig. 8. — Schéma du galvanomètre portatif à courants alternatifs et continus.

L'appareil comporte des inductances, un galvanomètre et des shunts, ainsi qu'un diviseur de potentiel, et un *baretter* secondaire pour compenser la variation de température de l'air.

(*A suivre.*) CH. CHÉNEVEAU.

Voltmètre électrostatique pour l'étude de l'électricité atmosphérique [2].

Dans cette communication l'auteur indique les résultats des recherches faites à l'Observatoire d'Eskdalemuir en vue de réaliser un voltmètre simple permettant d'enregistrer photographiquement le potentiel en un point de l'atmosphère. Il résulte de ces essais que l'électromètre Dolezalek convient fort bien pour cette application si l'on a soin de réduire considérablement la sensibilité de cet instrument en prenant une suspension en bronze phosphoreux et en augmentant le poids de l'aiguille. Les quadrants de l'appareil sont portés à une différence de potentiel constante au moyen de 1 ou 2 étalons au cadmium et le potentiel à mesurer est appliqué à l'aiguille. On peut ainsi mesurer sans difficulté des potentiels positifs ou négatifs allant jusqu'à 1100 volts, la déviation de l'aiguille étant proportionnelle au potentiel entre — 900 et + 900 volts.

Des essais furent également faits avec un électromètre du même genre, construit au laboratoire ; la différence de potentiel entre les quadrants était obtenue en constituant ceux-ci alternativement avec du cuivre et du zinc. La proportionnalité de la déviation au potentiel ne peut être obtenue qu'entre — 500 et + 500 volts, mais l'auteur estime qu'avec une construction plus soignée on obtiendrait cette proportionnalité jusqu'à 1000 volts, potentiel que, comme l'expérience l'a montré, il est parfois utile de pouvoir enregistrer.

(1) *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, mai 1907.

(1) SCHMIDT, *La Revue électrique*, t. IX, 1908, p. 146.

(2) G. W. WALKER. Communication faite à la Royal Society de Londres (*The Electrician*, t. LXVI, 6 janvier 1911, p. 488).

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique (suite) (1),

Par MM. FERNAND PAYEN et PAUL WEISS.

Il se peut que le contrat passé entre la ville et la Compagnie d'éclairage par le gaz fasse à cette dernière non pas un droit, mais une obligation d'assurer la substitution de l'électricité au gaz dans certains cas déterminés. C'est la clause dite *de substitution*.

Elle a donné lieu, elle aussi, à des difficultés.

Le droit par la commune d'imposer la substitution est généralement subordonné à une condition : c'est que l'éclairage par l'électricité sera plus économique que l'éclairage par le gaz.

Si le contrat n'a pas précisé comment cette *économie* serait constatée, il appartient à la ville de faire la preuve.

Cette preuve devra être faite en tenant compte des considérations locales, et de tous les éléments propres à faire varier le prix de revient.

Ce serait donc à tort qu'une municipalité prétendrait par exemple faire porter les comparaisons exclusivement sur la consommation du bec dit *papillon*. Et la mise en demeure qu'elle adresserait en ce sens au concessionnaire devrait être annulée (Conseil d'Etat, 20 novembre 1903, Compagnie Gaz et Eaux contre ville de Lourdes; Conseil de Préfecture Seine-Inférieure, 25 juin 1907, Société Saint-Quentinoise d'éclairage contre ville du Tréport).

Il y a lieu au contraire pour apprécier si la condition d'économie est réalisée :

1° De tenir compte des conditions particulières qui peuvent influer, dans la ville concédante, sur le prix de production du gaz et de l'énergie électrique;

2° De comparer l'éclairage électrique dans son dernier état de perfectionnement, non point au bec papillon prévu par le traité de concession, mais au bec Auer, qui est le mode le plus perfectionné d'éclairage par le gaz dans l'état actuel de l'industrie. Si l'économie est constatée en faveur du dernier éclairage, la Compagnie peut à bon droit repousser la mise en demeure qui lui a été adressée d'avoir à fournir l'éclairage électrique (Conseil d'Etat, 20 novembre 1903, déjà cité).

Dans une autre espèce, le Conseil de Préfecture des Pyrénées-Orientales (6 mars 1907, ville de Port-Vendres contre Compagnie pour l'éclairage des villes) a, pour faire la preuve de l'économie, ordonné une expertise à l'effet de rechercher « si l'éclairage électrique, employé ces quatre dernières années pour l'éclairage de Paris, Lyon, Marseille, et ces deux dernières années pour l'éclairage de deux villes de 5000 habitants, à choisir par les experts, présente une notable économie sur l'éclairage au gaz; dans l'affirmative, de rechercher le prix de revient de l'unité d'intensité à l'éclairage électrique et à l'éclairage au gaz à Port-Vendres, et de fixer le prix de vente du nouvel éclairage dans la proportion du prix ancien ».

On a parfois, d'ailleurs, recouru à des modes de preuve moins compliqués; c'est ainsi que le Conseil d'Etat (2 mars 1906, ville de Carpentras et 1er février 1907, ville de Figeac) a déclaré que la preuve de l'économie possible serait faite d'une façon suffisante par les offres de concessionnaires concurrents.

(1) Voir *La Revue électrique* des 30 décembre 1910, p. 467; 13 janvier 1911, p. 47; 27 janvier 1911, p. 99 et 10 février 1911, p. 148.

***

Il est important de noter que la clause de substitution de l'électricité au gaz, après mise en demeure du concessionnaire, donne bien à la ville le droit d'imposer à ce dernier les prix réduits résultant de la concurrence, mais pas le mode de production résultant des mêmes offres. C'est ainsi qu'une commune est sans droit pour prétendre imposer à l'ancien concessionnaire l'usage de moteurs hydrauliques, alors que le concessionnaire a pris l'engagement d'établir des moteurs appropriés et aptes à assurer un service normal et régulier de la fourniture de courant électrique. Le dommage causé à ce concessionnaire par une concurrence que la commune autoriserait sous ce prétexte donnerait lieu à l'allocation d'une indemnité à évaluer par expert (Conseil d'Etat, 17 juillet 1903, ville de Dôle contre Compagnie d'éclairage par le gaz).

D'autre part, la Compagnie du Gaz, si elle est tenue par son traité avec la ville de faire profiter celle-ci des nouvelles découvertes, n'est pas cependant obligée de procéder à l'installation du nouveau mode d'éclairage avant que les conditions de son application n'aient été déterminées entre elle et la ville.

En conséquence, si cette Compagnie a, en réponse à une mise en demeure de la ville d'avoir à satisfaire à ses engagements, déclaré être prête à étudier, de concert avec elle, la mise en œuvre d'un nouvel éclairage, la ville ne saurait, en cet état de fait, lui réclamer des dommages-intérêts pour inexécution de ses obligations (Conseil d'Etat, 23 janvier 1903, Compagnie du Gaz de Foix contre ville de Foix).

***

Si la Compagnie tenue, en vertu de son contrat, d'assurer la substitution de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz, s'y refuse, quelle sera la sanction? Le traité passé par elle devra être résilié; toutefois si la Compagnie ne refuse pas positivement, il y a lieu d'examiner les termes de sa réponse, et de déterminer les droits de la ville; celle-ci pourra, le cas échéant, demander au Conseil de Préfecture de charger des experts d'établir un traité, et si la Compagnie du Gaz n'accepte le traité ainsi rédigé, la déchéance pourra être prononcée.

***

Il se peut qu'il y ait lieu de faire, aux termes du contrat, une distinction entre l'éclairage public et l'éclairage privé. C'est ainsi que le Conseil d'Etat a jugé, le 1er mars 1901 (Desroques et Borias contre ville de Saint-Dizier), qu'une ville n'a pas méconnu les obligations par elle contractées envers ses concessionnaires de l'éclairage par le gaz lorsqu'elle a accordé à une entreprise d'éclairage électrique l'autorisation de poser au-dessus de la voie publique des fils pour la distribution de la lumière électrique aux particuliers, alors qu'il résulte de l'ensemble des dispositions du traité de l'éclairage au gaz que si les concessionnaires ont le privilège exclusif de poser des canalisations sur les voies urbaines pour l'éclairage au gaz, même des maisons particulières, aucune disposition du traité ne leur a garanti le droit de pourvoir à l'éclairage privé par un autre procédé que le gaz, et qu'au contraire, l'article dudit traité, qui prévoit spécialement la découverte d'un nouveau mode d'éclairage public et dispose que la ville pourra, dans ce cas, résilier le traité sous certaines conditions, ne stipule qu'en vue de l'éclairage public.

De même un arrêt du 6 mai 1904 (ville de Perpignan contre Compagnie du Gaz de Perpignan) décide que si une clause spéciale du traité passé par la ville en vue de l'éclairage public et privé par le gaz stipule que « en cas de découverte d'un mode d'éclai-



rage autre que le gaz et plus avantageux, l'administration municicipale se réserve le droit de concéder à la Compagnie concessionnaire ou à toute autre, toutes autorisations nécessaires pour l'établissement du nouveau système d'éclairage, sans être tenue à aucune indemnité ». Une telle stipulation ne faisant pas de distinction entre l'éclairage public et celui des particuliers, s'applique également à l'un ou à l'autre et, par suite, la ville est fondée à soutenir qu'elle a le droit d'assurer l'éclairage public au moyen de l'électricité.

Droit à indemnité du concessionnaire lésé. — La commune est tenue de réparer le préjudice résultant, pour l'ancien concessionnaire, des autorisations données par elle sur la voirie municipale, alors qu'elle s'est interdit vis-à-vis de ce concessionnaire de donner ces autorisations.

Citons, à titre d'exemple, l'arrêt du Conseil d'Etat du 21 juin 1901 (Signoret contre commune de Jourdan) qui condamne la commune à réparer le préjudice par elle causé à l'entreprise de distribution du gaz en autorisant une société d'électricité à poser sur les voies communales les supports ou les fils destinés à l'éclairage public ou privé.

La commune est même responsable du préjudice causé à l'ancien concessionnaire par les autorisations de placer des fils sur les dépendances de la grande voirie, bien que ces autorisations émanent du Préfet, si ces fils ne reçoivent du courant qu'au moyen des installations disposées sur les dépendances de la voie municipale (Conseil d'Etat, Compagnie du Gaz de Saint-Etienne contre ville de Saint-Etienne, 25 novembre 1898).

Il en serait ainsi également si le maire n'avait pas employé tous les moyens dont il dispose pour faire enlever de la voie publique les installations d'un entrepreneur concurrent du concessionnaire (Conseil d'Etat, 15 avril 1910, ville de Cap contre Société générale du Gaz du Midi).

Mais la ville n'est pas responsable des autorisations données par l'Administration sur la grande voirie, lorsque celles-ci ne sont pas la conséquence des autorisations accordées sur les dépendances de la petite voirie (Conseil d'Etat, 25 novembre 1898, Compagnie du gaz de Saint-Etienne contre ville de Saint-Etienne).

La ville n'est pas responsable non plus si des particuliers ont fait des installations dans les voies dépendant de la petite voirie, alors que le maire a poursuivi par des procès-verbaux l'enlèvement de ces installations (Conseil d'Etat, 29 janvier 1897, Société du Gaz de Saint-Amand), ni à raison de ce que le Conseil municipal avait donné un avis favorable à l'autorisation de ces installations dans les voies dépendant de la grande voirie et que cette autorisation a été refusée par l'autorité compétente.

***

Lorsque le maire, pour faire respecter le privilège d'un concessionnaire, retire des permissions de voirie accordées en vue de la distribution d'énergie électrique, s'expose-t-il à des dommages-intérêts ? On a soutenu l'affirmative en se basant sur ce qu'en règle générale les permissions de voirie, bien que précaires et révocables, ne peuvent cependant être retirées lorsque l'intérêt de la sécurité ou de la circulation n'en font pas une obligation. Mais le Conseil d'Etat a décidé au contraire qu'on ne saurait interdire à une commune de retirer une autorisation qu'elle a donnée lorsque cette autorisation a été donnée sans droit et en vue de favoriser, non point des particuliers, mais des entreprises dont le maintien aurait pour effet d'engager la responsabilité pécuniaire de la commune elle-même (Conseil d'Etat, 6 juin 1901, Goret contre la ville de Bar-le-Duc).

Un arrêté du maire de Bar-le-Duc, du 30 décembre 1898, avait révoqué l'autorisation donnée au sieur Goret d'établir des fils électriques sur la voie publique, et cela en raison de ce qu'un arrêt du Conseil d'Etat du 24 décembre 1897 avait reconnu que cette autorisation constituait une infraction aux droits exclusifs des consorts Jeanmaire (Société du Gaz) et déclaré la ville passible de dommages-intérêts tant qu'elle n'aurait pas fait cesser le préjudice.

Un procès-verbal ayant été dressé contre le sieur Goret pour infraction à cet arrêté, le juge de simple police avait relaxé le prévenu pour le motif que l'arrêté du maire manquait de base légale. La Cour de Cassation, par arrêt du 25 octobre 1900, avait rejeté le recours formé contre le jugement de simple police et déclaré que le maire, ayant agi, non dans l'intérêt du domaine public, mais dans l'intérêt financier de la commune, s'était servi de ses pouvoirs dans un but autre que celui pour lequel ils avaient été confiés.

Le Conseil d'Etat, sans se dissimuler le désaccord entre les deux juridictions, a au contraire reconnu un caractère quasi contractuel aux permissions de voirie accordées dans ces conditions, et a estimé que la régularité de la permission de voirie est subordonnée à la validité de l'acte de gestion dont elle est la conséquence. Il a décidé en conséquence que si l'autorisation de voirie est déclarée illicite par le juge des contrats antérieurs de la commune, la commune a le droit d'en faire cesser l'effet, et le maire, en prononçant le retrait, ne commet aucun excès de pouvoir.

***

Mais si une ville accorde des autorisations, non plus à des entreprises concurrentes de la Compagnie du Gaz, mais à des particuliers, elle ne contrevient pas nécessairement par là à ses obligations. Les règles que nous avons indiquées plus haut en ce qui concerne la concurrence entre distributions publiques et distributions particulières sont applicables en ce cas, et le Conseil d'État en a fait l'application dans l'espèce suivante :

La ville de Bagnères-de-Bigorre s'était interdit d'autoriser toute installation de canalisation sur la voie publique « en vue d'industries ayant rapport à l'éclairage ». Le Conseil d'État a déclaré qu'elle n'avait point violé cette obligation en permettant l'établissement de fils exclusivement destinés à transporter l'éclairage électrique de l'usine d'un particulier à une autre usine ou à la maison d'habitation de ce dernier (Conseil d'Etat : Compagnie française d'éclairage et de chauffage par le gaz contre ville de Bagnères-de-Bigorre, 20 novembre 1903).

Fernand Payen,
Avocat à la Cour d'Appel.
Paul Weiss,
Ingénieur en chef des Mines.
(*A suivre*).

Décret du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes autorisant les envois de fonds, au moyen de mandats de poste, entre la colonie française de Madagascar, d'une part, et les pays étrangers qui ont adhéré ou adhéreront à l'arrangement de Rome du 26 mai 1906, relatif à l'échange des mandats dans les relations internationales, d'autre part.

Le Président de la République française,

Vu le décret du 26 juin 1878 sur l'échange des mandats de poste entre la France et les colonies;

Vu le décret du 20 novembre 1882 sur le régime financier des colonies françaises;

Vu l'arrangement conclu à Rome le 26 mai 1906, pour l'échange des mandats de poste dans les relations internationales;

Vu la loi du 14 août 1907, portant approbation dudit arrangement;

Sur le rapport du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du Ministre des Colonies et du Ministre des Finances,

Décrète :

Article premier. — Des envois de fonds, au moyen de mandats de poste, pourront être effectués par l'intermédiaire de l'administration postale métropolitaine, tant de la colonie française de Mada-



gascar pour les pays étrangers qui échangent ou échangeront des mandats avec la France en vertu de l'arrangement de Rome susvisé, que de ces derniers pays pour la colonie précitée.

Le montant maximum de chaque mandat, de ou pour la colonie de Madagascar, est fixé à 500 fr.

ART. 2. — Les mandats de poste émis dans la colonie désignée à l'article 1er pour les envois de fonds à destination de l'étranger, ainsi que ceux émis à l'étranger, pour des envois de fonds à destination de cette colonie, seront transmis par les bureaux d'émission à l'administration postale métropolitaine qui, après déduction du droit de commission prévu à l'article 4 du présent décret, et conversion, s'il y a lieu, de leur montant en monnaie du pays de destination, les remplacera, suivant le cas, en mandats de la France pour l'étranger, ou de la France pour les colonies. Les nouveaux titres seront adressés, par l'administration postale métropolitaine, aux bureaux ou Offices chargés du payement.

ART. 3. — Le droit à percevoir par l'Office colonial de Madagascar, pour les mandats émis en représentation des envois de fonds pour l'étranger, sera de 25 centimes par 50 fr ou fractions de 50 fr. Ce droit sera acquis au budget local.

Dans le cas où une taxe additionnelle de change existerait ou viendrait à être établie, dans la colonie d'origine, sur les mandats de poste payables par les bureaux métropolitains, cette taxe sera également perçue, lors de l'émission des mandats à destination de l'étranger.

ART. 4. —L'administration postale métropolitaine prélèvera à son profit, sur chaque envoi effectué par son intermédiaire, soit de la colonie visée à l'article 1er, pour l'étranger, soit de l'étranger pour cette colonie, un droit de commission supplémentaire de 0,5 pour 100 pour les premiers 100 fr, et de 0,25 pour 100 pour les sommes en sus; ce prélèvement restera acquis à la métropole dans le cas de remboursement du montant des mandats aux envoyeurs.

Lorsque le montant du droit de commission supplémentaire présentera une fraction de centime, cette fraction sera forcée au centime entier.

ART. 5. — Le Ministre des Travaux publics des Postes et des Télégraphes, le Ministre des Colonies et le Ministre des Finances sont chargés de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des lois*.

Fait à Paris, le 17 décembre 1910.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
L. PUECH.

Le Ministre des Finances,
L.-L. KLOTZ.

Le Ministre des Colonies,
J. MOREL.

(*Journal officiel* du 2 février 1911.)

Avis d'examen du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique.

Aux termes d'un arrêté en date du 31 décembre 1910, des examens auront lieu le lundi 19 juin 1911, dans les villes qui seront désignées ultérieurement, pour l'obtention du certificat d'aptitude au contrôle des distributions municipales d'énergie électrique, dans les conditions fixées par l'arrêté du 27 décembre 1907.

Pour être admis à subir les épreuves, les candidats doivent être Français et âgés de plus de vingt et un ans au 1er janvier 1911.

Toutes les demandes d'admission devront être adressées, sur papier timbré, avant le 15 mai 1911, au Ministère des Travaux publics, par l'intermédiaire du préfet du département où résident les candidats. Elles seront accompagnées :

1° D'une expédition authentique de l'acte de naissance du candidat et, s'il y a lieu, d'un certificat établissant qu'il possède la qualité de Français;

2° D'un certificat de moralité délivré par le maire du lieu de la résidence ou par le commissaire de police du quartier et dûment légalisé;

3° D'un extrait du casier judiciaire remontant à moins de six mois de date.

Les candidats appartenant déjà à une administration publique n'auront pas à produire ces pièces, mais leur demande d'admission devra être appuyée par leurs chefs hiérarchiques et contenir les indications suivantes :

Non et prénoms (souligner le prénom donné habituellement);
Lieu et date de naissance;
Administration publique;
Qualité et grade;
Service, résidence et adresse exacte.

(*Journal officiel* du 1er février 1911.)

Arrêté préfectoral nommant un membre de la Commission supérieure de contrôle d'électricité.

Par arrêté préfectoral en date du 2 février 1911 :

M. Charles Legrand, président de la Chambre de Commerce, a été nommé membre de la Commission supérieure du contrôle d'électricité, en remplacement de M. G. Kester.

(*Bulletin municipal officiel* du 8 février 1911.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'électricité du 9 janvier 1911.

Présents : MM. Frénoy, président; Fontaine, secrétaire général; de Clarens, Doucerain, Sirey.

Absents excusés : MM. Cochegrus et Hussenot.

Les espèces suivantes sont communiquées au Comité :

CONSEIL D'ÉTAT. — 23 novembre 1910 : Bossard. Liberté de l'industrie, arrêté préfectoral, usine, conditions d'exploitation, mesures non motivées par la sécurité publique, annulation (*Loi*, 2 décembre 1910). — 30 novembre 1910 : Bonna. Télégraphes, protection, travaux d'égout, découverte de câbles, défaut d'avis, contravention (*Loi*, 13 décembre 1910). — 14 décembre 1910 : Durand. Compétence, commune, atteinte à la propriété, responsabilité, contrat de droit commun, inexécution (*Loi*, 5 janvier 1911). — 14 décembre 1910 : Commune de la Brosse. — Commune, voie publique, place, terrain, affectation, usage de la circulation, établissement de clôtures, indemnité (*Loi*, 30 décembre 1910).

COUR DE CASSATION. — 30 novembre 1910 : Tramways de l'Ardèche, etc. contre Enregistrement. Enregistrement, société, convention avec des tiers, obligation de sommes, droit proportionnel, cession, intérêt privé, pouvoirs du juge (*Loi*, 4 janvier 1911).

TRIBUNAUX CIVILS. — Nîmes, 11 octobre 1910 : Vol d'électricité, condamnation. (Circulaire n° 137 de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques). Rouen, 17 décembre 1910 : Enregistrement, mandat, louage de services, caractères, stipulation d'un salaire, droit à percevoir (*Loi*, 3 janvier 1911).

CONCESSION ANTÉRIEURE A LA LOI DU 15 JUIN 1906. — Une Société adhérente demande si l'entente à intervenir avec la Ville, pour ajouter quelques lampes et en déplacer d'autres, constitue une modification du traité de concession qui ferait retomber celui-ci sous le régime de la loi de 1906.

Le Comité consultatif, après examen de la question posée, dit que le traité communiqué ne fixe pas d'une façon absolue le nombre de lampes. Le déplacement de quelques lampes n'est pas une modification du traité; ce n'est que l'exécution du contrat, une simple modalité du service d'éclairage fait à la Ville; il n'y a donc



aucune modification du traité, ni de la distribution. Le règlement de 1908 ne concerne que les distributions nouvelles. L'article 35 de ce règlement vise la création d'une ligne secondaire ou d'un branchement; en l'espèce il ne s'agit que de déplacement. Il n'y a donc pas besoin d'autorisation; mais il peut y avoir nécessité de tenir le Contrôle au courant des nouvelles installations au point de vue de la vérification de leur nature comme sécurité publique.

Le Comité consultatif précise que l'avis donné ci-dessus se rapporte uniquement à la question posée, c'est-à-dire l'addition de quelques lampes et le changement d'autres; si ces travaux nécessitaient l'installation de nouveaux branchements ou la modification des canalisations existantes, etc., il y aurait lieu de préciser au Comité la nature des travaux à exécuter, car le cas pourrait être différent.

Difficultés avec les abonnés. — Le Comité consultatif donne les réponses suivantes aux questions posées par un adhérent :

1° Un propriétaire peut, en l'absence d'engagement de sa part, obliger l'usinier à enlever un potelet placé sur son immeuble, que ce propriétaire ait été ou non abonné pour la lumière électrique.

2° Le consultant demande si les polices passées par son locataire à des conditions contraires aux dispositions de la police approuvée par la municipalité sont valables. Le Comité indique que l'approbation des polices par la municipalité est dans l'intérêt du consommateur et non du concessionnaire; donc si celui-ci a renoncé aux clauses de la police, qu'il aurait pu refuser de ne pas observer, il n'a pas à se plaindre. Le locataire de l'usine pouvait refuser les prix de faveur en invoquant la police qui permettait de n'accorder que les prix mentionnés dans la police. L'usinier est lié par son locataire vis-à-vis des particuliers; si le locataire a abusé des conditions du bail, l'usinier pourra lui demander des dommages-intérêts pour n'avoir pas usé de la chose louée dans les conditions indiquées par lui.

Le consultant ne peut pas couper le courant chez les abonnés ayant signé les polices ci-dessus, sous prétexte qu'elles ne sont pas conformes à la police approuvée par la municipalité;

3° Le consultant demande s'il peut couper le courant aux abonnés qui refusent de payer leur quittance mensuelle. Le Comité consultatif répond que le consultant a le droit de refuser de continuer la fourniture, après mise en demeure de payer la quittance, les termes de la police étant formels à cet égard.

Pour les abonnés qui refusent de laisser entrer chez eux les agents de l'usinier, il n'y a pas de sanction prévue dans la police; le concessionnaire ne peut donc pas refuser de continuer le service, mais il peut demander des dommages-intérêts.

4° En ce qui concerne le droit de couper le courant à des particuliers qui n'ont pas signé de police, le Comité consultatif indique qu'il faut une police pour appliquer des sanctions. Le consultant ne peut donc pas couper le courant, mais il a le droit de mettre en demeure de signer une police et, sur refus, de cesser le service, toutefois après expiration du délai minimum pour lequel la fourniture sans police doit être considérée comme promise dans l'usage.

Un membre du syndicat signale divers vols dont il est victime de la part de ses abonnés. Le Comité renvoie à la note qui a été établie à ce sujet par la Commission d'exploitation administrative et commerciale du Syndicat.

En ce qui concerne une question posée sur l'emploi sans autorisation de lampes à filament métallique, malgré la stipulation de la police, le Comité fait remarquer qu'il pourrait ne pas y avoir vol, mais simplement manquement au contrat et par suite droit pour l'usinier de demander des dommages-intérêts.

Le consultant demande si le garde champêtre peut dresser le procès-verbal aux abonnés en faute. Le Comité consultatif répond que le garde champêtre ne peut remplir cet office et qu'il faut avoir recours à un huissier.

Retrait de concession d'eau. — Le Comité d'hygiène se propose de supprimer la force motrice dont la Compagnie consultante dispose par traité, en se basant sur un des articles de la loi du 15 février 1902.

Le Comité consultatif, après en avoir délibéré, donne l'avis suivant :

Le concessionnaire est soumis par son marché à toutes les injonctions de la Commission d'hygiène pour l'*usage à faire de l'eau comme force*. Cette clause est bien générale. Elle oblige, en outre, à rendre à la conduite d'eau celle qui a été employée à la production de la force; mais la prétention de la Commission d'hygiène est de supprimer l'*usage même* de l'eau comme force.

Cela ne permet-il pas à la Compagnie concessionnaire de réclamer une indemnité ? Il ne s'agit pas de contester la légalité de l'injonction faite par la Commission d'hygiène, bien que la loi du 15 février 1902 ne contienne pas l'interdiction de détourner l'eau servant à l'alimentation d'une ville de son cours artificiel. L'article 10 de cette loi ne porte pas cette défense.

Mais la Commission d'hygiène peut faire conserver *toute l'eau* pour les besoins de l'alimentation publique.

Est-ce là édicter une *condition pour l'usage* de l'eau comme force ? Non, c'est plus, parce que c'est retirer la faculté de faire usage de l'eau. Si l'utilité publique oblige la Commission d'hygiène à prononcer cette interdiction, le concessionnaire, se voyant privé d'un élément de son contrat, peut demander une indemnité, ou la résiliation de son contrat, sans indemnité, alors car la ville n'est pas l'auteur du fait dommageable.

En résumé, le concessionnaire est tenu de se soumettre aux prescriptions relatives à l'*usage*, mais n'est pas obligé d'accepter sans indemnité que l'*usage lui soit enlevé*.

Concurrence entre Électriciens. — Des membres du Syndicat demandent si une usine concurrente qui installe ses lignes le long d'une voie ferrée a le droit de traverser une route à un passage à niveau pour l'éclairage de la gare, ladite route étant située sur leur concession.

Le Comité consultatif, après examen des pièces communiquése, donne l'avis ci-dessous :

1° On décide que, les portions de routes occupées par des passages à niveau ne perdant pas leur utilité de dépendance de la voirie générale, il n'y a pas lieu à payement d'indemnité soit pour le domaine national, soit pour le domaine départemental ou communal (voir *Répertoire du Droit général français*, n° 502, 503, 519, 521). Mais si les portions de voies publiques qui sont traversées par des voies ferrées conservent leur caractère, l'administration de la voirie ne réside plus pour ces portions dans les mains de l'autorité préfectorale ou communale, c'est une *dépendance du chemin de fer* (d'où la nécessité de barrières). Donc il semble bien que l'industriel qui établit des fils sur la voie ferrée peut passer le croisement d'un chemin vicinal sans autorisation du Préfet ou du Maire.

En matière de traversée d'une ligne de chemin de fer à un *passage à niveau* par une ligne électrique établie sur une route, l'Administration considère que l'autorisation du Préfet représentant le chemin de fer est *nécessaire*, parce que le passage à niveau est une *dépendance du chemin de fer*.

2° Les mêmes consultants demandent si les preneurs de la force motrice de la Compagnie concurrente ont le droit d'éclairer leurs magasins et leurs dépendances.

Le Comité consultatif répond comme suit à la question posée :

L'éclairage seul étant concédé, le distributeur de force motrice ne peut pas vendre de la force pour éclairage; mais s'il ne vend effectivement que de la force est-il tenu de surveiller lui-même l'emploi de cette force, au cas où la ville n'a pas stipulé dans la permission de distribution de force motrice, que la transformation de cette force en éclairage devrait être interdite aux abonnés ? Il serait indispensable de savoir s'il y a complicité entre le fournisseur de force et les particuliers. S'il n'y a rien à reprocher comme faits de complicité au distributeur de force motrice, les consultants ne pourraient s'en prendre qu'à la commune pour avoir permis la distribution de la force motrice sans exiger que cette distribution soit faite avec interdiction de transformer la force motrice en éclairage. Mais les consultants ne pourraient s'en prendre à la ville que si la permission était postérieure à leur propre concession.



Droits d'octroi. — Les consultants demandent si la prétention de l'octroi d'imposer les turbo-générateurs destinés à une Compagnie d'électricité est fondée. Le Comité consultatif donne l'avis ci-dessous :

Si le règlement de l'octroi soumet aux droits les fers, fontes, etc., destinés aux *constructions immobilières* (et non simplement aux bâtiments), ce qui est probable, et si, d'autre part, les turbo-générateurs dont s'agit, quoique constituant, en soi, des objets mobiliers, en tant que machines sont placés dans l'usine sur un *bâti spécial*, occupant une *place nécessaire* dans l'usine, on peut assujettir aux droits les fers et fontes les composant, parce qu'ils sont destinés à des *constructions immobilières* au sens de l'octroi. Le Comité ne les suppose pas *fixés au sol*, car ils seraient immeubles *par nature* et à plus forte raison imposables. Mais, pour qu'ils soient imposables, il suffit qu'ils fassent *partie intégrante d'un ensemble de constructions immobilières*, non seulement d'un outillage industriel, mais soient incorporés à l'*agencement immobilier* de l'usine et y occupent une place *marquée par un aménagement particulier* [Voir *Rec.*, 17 juillet 1893 : Rapport de M. le Conseiller Petit (D. 94-1-283. Rapprocher de rapport sous Req. 6 juillet 1891 et Req. 30 oct. 1888. D. 89-1-7. D. 92-1-116. Req. 29 juillet 1902, S. 02-1-501)].

Eclairage d'un hotel par le propriétaire de l'immeuble. — Un concessionnaire de l'éclairage électrique demande si un propriétaire qui doit s'éclairer à l'électricité par un moteur peut éclairer, en se faisant payer, son locataire, maître d'hôtel *qui habite dans le même enclos*.

Le Comité consultatif dit que, si l'hôtel est situé dans le même enclos, il n'y a pas besoin de permission de voirie et, par suite, si le propriétaire s'éclaire lui-même sans aucune autorisation de voirie, il peut faire, dans le même enclos, sans en sortir, tel usage qu'il voudra de l'éclairage qu'il produira.

Interprétation d'un contrat. — Un usinier demande s'il peut produire lui-même le courant par un matériel de secours à vapeur les jours où son fournisseur de courant est dispensé de lui fournir par suite d'une crue supérieure à 2 m. L'avis rapide suivant a été fourni au consultant :

M. X, étant concessionnaire du service de l''éclairage de la commune, se trouve obligé d'assurer la fourniture de l'énergie et de la force motrice aux habitants de la commune; d'ailleurs, en l'absence de tout traité de concession, il n'en serait pas moins obligé de satisfaire aux fournitures de force motrice électrique pour lesquelles il a passé des contrats particuliers avec des abonnés. Soit qu'on envisage les obligations de M. X au regard de la commune, soit qu'il s'agisse de la fourniture aux particuliers, M. X n'est pas en droit d'opposer à la commune ou à ses abonnés particuliers le contrat qu'il a pu passer avec une compagnie de force motrice, dans le cas d'arrêt de la distribution. En conséquence, ni la commune, ni les abonnés ne sauraient être empêchés de demander des dommages-intérêts à M. X en cas d'arrêt du courant, sous prétexte que cet arrêt provient du fait de la compagnie de force motrice et que le contrat passé entre cette dernière et M. X empêcherait celui-ci d'assurer le service par ses propres moyens. M. X, pour couvrir sa responsabilité vis-à-vis de la commune et de ses abonnés, doit donc avoir le matériel de secours nécessaire pour pouvoir assurer lui-même le service au cas où le courant de la société de force motrice viendrait à faire défaut. Cette société ne saurait s'en plaindre, dès lors qu'il serait bien établi que M. X n'a recours à son propre matériel de production, qu'en cas d'arrêt du courant de l'usine hydraulique avec laquelle il est engagé par contrat. Il n'y aurait qu'au cas où M. X s'en servirait pour faire concurrence à la société de force motrice, en lui supprimant une partie de la fourniture à laquelle elle a droit en vertu de son contrat, lui réservant la fourniture exclusive, que ladite société pourrait lui adresser une réclamation basée sur l'article 3.

Bien au contraire ce serait le consultant qui pourrait réclamer à la société de force motrice le remboursement des frais de production du courant au moyen de son matériel de secours à vapeur, s'il était démontré que l'arrêt du courant provenant de la société de force motrice n'est pas dû à un cas de force majeure et notamment à une crue dépassant 2 m.

Enregistrement. — Un concessionnaire de l'éclairage électrique a payé à l'Enregistrement le droit proportionnel sur le total de la somme minimum garantie annuellement pour la durée de la concession; le nombre de lampes étant variable et la Ville lui ayant demandé quelques lampes en plus, l'Enregistrement réclame le droit proportionnel sur le surplus de l'abonnement *pour le reste de la concession*.

Le Comité consultatif répond que le contrat n'est pas changé, que le supplément de lampes demandé peut être temporaire et que, par suite, le concessionnaire n'a pas à payer d'avance le droit proportionnel sur ce supplément pour le restant de la concession, puisque la Ville peut les supprimer d'un moment à l'autre. Le Comité consultatif conseille, par suite, de résister à l'Administration de l'Enregistrement.

Communications diverses. — M. le Secrétaire général dépose sur le bureau du Comité consultatif le numéro de la *Revue des Concessions départementales et communales* d'octobre-novembre 1910 qui contient notamment une consultation sur l'enregistrement des concessions d'éclairage par le gaz et l'électricité, un arrêt de la Cour de Cassation, Chambre civile, du 12 avril 1910, Chemin de fer métropolitain contre Union immobilière des propriétaires fonciers et Ville de Paris, etc. Le même numéro contient la suite de l'étude des distributions d'énergie sous leur nouvelle législation.

Accidents du travail. — M. le Secrétaire général communique les espèces suivantes :

Cour de Cassation, Chambre des Requêtes, 8 novembre 1910, Pignon contre Corbeau : accident du travail, maladie professionnelle, durillon forcé (*Loi*, 5 décembre 1910).

Cour d'Appel de Paris, 8 novembre 1910, Veuve Gragnon contre Société française d'Électricité et Société des Mureaux : accidents du travail, instance, tiers, intervention, mesures de sécurité, omission, faute inexcusable, majoration de l'indemnité (*Loi*, 12 décembre 1910).

INFORMATIONS DIVERSES.

Radiotélégraphie. — Communications radiotélégraphiques a grande distance. — La Marconi Wireless Telegraph Company a repris, au mois de septembre dernier, l'échange de radiotélégrammes entre les stations puissantes de Clifden (Irlande) et de Glace Bay (N. S.), dont la dernière avait été détruite par un incendie. La portée de chacune de ces deux stations est d'environ 6000 km; la taxe appliquée à la transmission radiotélégraphique s'élève à 80 centimes par mot pour les télégrammes en langage convenu et 60 centimes par mot pour ceux en langage clair, chaque télégramme acquittant respectivement un minimum de 8 et 6 fr. Lorsque les radiotélégrammes ne peuvent être acheminés au moyen des ondes hertziennes, ils sont transmis par câble, les taxes supplémentaires auxquelles donne lieu cette transmission étant à la charge de l'expéditeur.

Outre les deux stations susmentionnées, il existe trois autres stations de grande puissance appartenant à la Compagnie Marconi. Deux de ces stations, qui sont situées à Poldhu (Cornwall) et à Cape Cod (N.-Y.) et qui ont une portée de près de 4000 km, sont affectées plus spécialement aux correspondances avec les navires traversant l'Atlantique, leur permettant ainsi de rester en relation ininterrompue avec la terre ferme. La troisième station, qui vient d'être achevée, se trouve à Coltano, non loin de Pisa; elle doit entrer en communication avec le Canada, l'Amérique du Sud et les colonies italiennes.

Les périodiques annoncent que la Compagnie Marconi se propose d'établir une communication de télégraphie sans fil entre la France et le Canada et qu'elle a l'intention d'ériger sur le continent de l'Amérique du Nord des stations de grande puissance, en vue de leur utilisation pour un service transcontinental.



Tome XV. **N° 173. — 10 mars 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Continuant son laborieux travail de statistique sur lequel nous avons déjà appelé l'attention de nos lecteurs, M. H. Bresson donne (p. 215 et suiv.) les tableaux des **distributions publiques d'électricité du bassin du Rhône**.

Quelques articles concernant la **traction électrique** sont publiés pages 221 à 227. On constatera que l'électrification des chemins de fer de la Suisse continue à se développer, la traction par l'électricité devant être adoptée sur les **chemins de fer rhétiques** (p. 226) et sur la nouvelle **ligne du Lœtschberg** (p. 223).

* * *

Le problème de la **fixation de l'azote atmosphérique** est, comme on sait, de la plus haute importance, et il a été examiné déjà à plusieurs reprises dans ces colonnes [1]. Dans ce numéro est publiée (p. 228 à 241) l'analyse d'une série de travaux récents relatifs à cette fixation sous la forme d'acide azotique et d'azotates [2].

Les nombreux résultats numériques des essais effectués par les auteurs, Haber, Kœnig, Platou, Holwech, montrent qu'il n'est pas déraisonnable d'espérer que le rendement industriel des procédés de fabrication électrique de l'acide azotique (qui est aujourd'hui de 500 à 600 kg d'acide par kilowatt-an) puisse être augmenté. Toutefois ils n'indiquent pas nettement la voie qu'il convient de suivre pour obtenir cette augmentation. On verra en effet qu'en opérant sous pression très faible, Haber, Kœnig et Platou trouvent que le rendement en AzO commence par augmenter avec la pression, puis va en diminuant quand celle-ci dépasse 150^{mm} de mercure, tandis que dans d'autres essais Haber et Platou constatent que le rendement est notablement moindre sous une pression de 388^{mm} que sous

---

(1) Rappelons la Chronique sur *la fabrication industrielle des composés de l'azote*, du 15 septembre 1909, où l'on trouvera quelques indications concernant la bibliographie des publications faites sur ce sujet dans *La Revue électrique*.

(2) Dans ces analyses sont employées indifféremment plusieurs dénominations pour désigner un même composé oxygéné de l'azote. Pour ceux de nos lecteurs qui ont appris la Chimie, alors que la notation des équivalents était encore en usage dans l'enseignement, il n'est peut-être pas inutile d'indiquer les dénominations et les formules aujourd'hui adoptées :

Az^2O, oxyde azoteux, autrefois appelé protoxyde d'azote parce que sa formule était, en équivalents, AzO.

AzO, oxyde azotique, et parfois monoxyde d'azote, qui dans l'ancienne notation était représenté par AzO^2 et était appelé bioxyde d'azote.

Az^2O^3, anhydrique azoteux (formule ancienne AzO^3).

AzO^2, peroxyde d'azote (autrefois AzO^4); vapeurs rutilantes.

Az^2O^5, anhydride azotique (s'écrivant anciennement AzO^5) et qui, en se combinant avec l'eau H^2O, donne 2 molécules d'acide azotique AzO^3H (autrefois AzO^5, HO).

la pression atmosphérique; d'autre part, Haber et Holwech, en opérant sous des pressions de 1 à 20 atmosphères, arrivent à cette conclusion qu'il n'est pas avantageux d'augmenter la pression.

Le sens de la variation du rendement avec la pression n'est donc pas mis en évidence.

Un autre point paraît mieux établi : c'est que l'oxydation de l'azote sous l'influence de l'arc électrique n'est pas uniquement un phénomène thermique. Holwech et Kœnig, en opérant avec un arc à courant continu refroidi, trouvent en effet des rendements plus élevés qu'avec un arc non refroidi.

***

L'extension de plus en plus grande des réseaux télégraphiques et téléphoniques, auxquels sont venues s'ajouter les transmissions d'énergie à grande distance, a entraîné une consommation considérable des poteaux en bois destinés à supporter les fils électriques. En Autriche-Hongrie, et rien que pour les lignes télégraphiques et téléphoniques, le nombre des poteaux en service à la fin de 1906 atteignait 1 361 533 dont 150000 environ doivent être annuellement renouvelés.

Depuis longtemps déjà on s'est préocupé d'assurer la **conservation des poteaux en bois** au moyen de substances antiseptiques. Les difficultés chaque jour plus grandes de se procurer des poteaux en quantité suffisante pour l'entretien des lignes, et l'accroissement notable du prix de revient qui en est résulté, ont remis récemment cette question à l'ordre du jour des travaux des administrations télégraphiques et des grandes sociétés de distribution d'énergie.

Dans son numéro du 10 février dernier, *La Revue électrique* publiait deux articles sur ce sujet : l'un, dû à M. Robert Nowotny (p. 143), faisait connaître les résultats obtenus par l'Administration autrichienne des Postes et Télégraphes dans des essais de conservation au moyen du fluorure acide de zinc (ZnF^2, 2HF); l'autre, de M. K. Perlewitz (p. 145), décrivait un procédé nouveau préconisé par M. Rupin pour diminuer le prix de revient du traitement par la créosote. Dans ce numéro, on trouvera (p. 247) l'analyse d'un important travail de M. Petritsch communiqué à la Société des Électriciens de Vienne.

L'auteur y rappelle tout d'abord les causes de la détérioration du bois et insiste sur l'influence néfaste des germes, qui, se développant dans le sol à une distance assez grande du pied des vieux poteaux, ne tardent pas à détruire les poteaux neufs plantés à la même place; il en conclut que les substances antiseptiques seules peuvent fournir un remède efficace contre l'envahissement de la pourriture.

M. Petritsch décrit ensuite les divers procédés utilisés pour injecter les liquides préservateurs à l'intérieur du bois. Le plus ancien, et encore le plus employé malgré ses défauts, est le procédé Boucherie, dans lequel la sève est chassée par le liquide envoyé sous pression. Puis vient le procédé Kyan, principalement utilisé avec le chlorure mercurique et qui consiste dans une simple immersion du poteau dans le liquide. Ensuite le procédé Bethell qui permet une imprégnation plus complète en mettant le bois dans des cylindres où l'on fait le vide avant d'y introduire le liquide sous pression. Enfin sont décrits divers procédés plus récents dont les uns, comme le procédé Rupin signalé plus haut, ont pour objet de réduire au minimum la consommation de la liqueur antiseptique tout en assurant une bonne conservation du bois.

Dans une troisième partie, M. Petritsch passe en revue les antiseptiques. Il résulte des renseignements qui y sont contenus que le sulfate de cuivre n'a pas un pouvoir antiseptique suffisant, car les poteaux injectés avec ce liquide ne se conservent guère plus longtemps que ceux non injectés lorsqu'ils sont plantés dans un sol déjà contaminé par un ancien poteau. La créosote convient mieux, mais elle offre l'inconvénient d'être assez coûteuse lorsqu'on emploie le procédé ordinaire d'imprégnation qui exige de 300 à 400 kg de créosote par mètre cube de bois; en outre la créosote, lorsqu'elle est employée à cette dose, suinte peu à peu et rend la manipulation des poteaux désagréable. Ce sont d'ailleurs ces inconvénients qui ont conduit à l'essai des fluorures, que l'auteur examine en dernier lieu.

Ajoutons cependant que la créosote est néanmoins l'antiseptique aujourd'hui le plus employé. Il résulte en effet d'une étude de M. Gibbon, ingénieur télégraphiste anglais, publiée récemment [1], qu'elle est exclusivement utilisée en Angleterre pour le traitement, par le procédé Béthell, des poteaux télégraphiques. Ces poteaux viennent, en partie de Suède et de Norvège, en partie de Russie. Ils sont préalablement séchés à l'air libre, pendant 7 à 9 mois pour les bois du Suède et Norvège, 6 à 7 mois pour ceux de Russie; l'imprégnation s'effectue sous une pression de 6 à 6,3 kg : cm^2 pour ces derniers et de 8 à 10,5 kg : cm^2 pour les bois norvégiens et suédois. En Allemagne, c'est également au créosotage qu'a recours l'Administration des Télégraphes; le pin est de préférence employé, le sapin blanc et le sapin rouge, plus riches en résine, se prêtant moins bien à l'imprégnation.

J. Blondin.

[1] *Post Office Electrical Engineers Journal*, octobre 1910, p. 219.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du) ; Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Cinquième Bulletin bimensuel de 1911.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Cinquième Bulletin bimensuel de 1911.

Convocation aux Assemblées générales.

1° En exécution de l'article 20 des statuts et conformément à la décision de la Chambre syndicale, en date du 7 mars 1911, MM. les Membres du Syndicat professionnel des industries électriques sont convoqués en *Assemblée générale ordinaire* pour le

mercredi 29 mars, à 2 h. 30 m. précises.

L'Assemblée aura lieu au siège social du Syndicat, 9, rue d'Édimbourg.

ORDRE DU JOUR
DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE.

Rapport du Trésorier; rapport des Commissaires des comptes; approbation des comptes et du bilan.

Rapport du Président.

Fixation, pour l'année 1912, des bases de la subvention proportionnelle à laquelle sont soumis les établissements adhérents.

Vérification des résultats des élections faites par les Sections professionnelles pour le renouvellement partiel de la Chambre syndicale.

— 2° A la suite de cette Assemblée et en exécution de l'article 24 des statuts, aura lieu une *Assemblée générale extraordinaire* pour délibérer : 1° sur la proposition d'augmentation de la cotisation personnelle; 2° sur la modification des statuts qui en résulterait.

ORDRE DU JOUR
DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE.

Augmentation de la cotisation personnelle annuelle.

Modification de l'article 8 des statuts.

MM. les Membres du Syndicat sont instamment priés d'assister à ces Assemblées et, dans le cas où cela ne leur serait pas possible, d'envoyer leur vote par la poste, en se conformant aux instructions de la lettre circulaire qui leur a été adressée à cet effet.

Congrès international des applications électriques (Turin 1911).

Nous attirons l'attention de MM. les Membres du Syndicat sur les renseignements insérés dans le numéro de *La Revue électrique* du 24 février 1911 (n° 172, p. 33), relativement au Congrès des applications électriques qui doit se tenir à Turin au mois de septembre 1911, pendant l'Exposition.

Ceux d'entre eux qui désireraient des indications complémentaires peuvent s'adresser au Secrétariat où le programme complet est à leur disposition.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges-type).



Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Préfecture de la Seine. — Arrêté portant modification de la répartition des Sections d'ingénieurs du Service de la voie publique et de l'éclairage, p. 254.

Jurisprudence et contentieux. — Droits d'octroi sur matériel de canalisations électriques, p. 255.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Russie : Colis postaux arrivés de l'étranger et réexpédiés à leur lieu de provenance, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Tableau des cours du cuivre, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.
Téléphone : **225-92.**

CINQUIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 21 février 1911.

Présents : MM. Brylinski, président; Eschwège, président désigné; Berthelot, Brachet, vice-présidents; Chaussenot, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Bizet, Javal, Sée, de Tavernier, Tainturier, Tricoche.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Azaria.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

NOMINATION A LA CHAMBRE SYNDICALE. — Sur la proposition de M. Brylinski, la Chambre syndicale nomme M. Mazen, ingénieur du service électrique du chemin de fer de l'Ouest, comme membre de la Chambre syndicale.

NOMINATION A LA COMMISSION TECHNIQUE. — La Chambre syndicale désigne M. Paul Boucherot, ingénieur Conseil, professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles, comme membre de la Commission technique.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — Il est rendu compte de la correspondance échangée avec les membres du Syndicat relativement aux frais de contrôle, aux redevances, au cahier des charges type, au refus de permission de voirie, au droit d'appui, au repos hebdomadaire, etc.

Des adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service de placement fait ressortir 4 offres, 2 demandes nouvelles et 23 anciennes, 5 placements ont été réalisés.

DOCUMENTS OFFICIELS. — M. le Président donne connaissance de l'arrêté de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, en date du 15 février 1911, agréant le laboratoire de mesures électriques annexé à l'Institut électrotechnique de Nancy, pour délivrer les certificats d'essai des compteurs électriques.

M. le Président communique également le rapport de M. Dumont au nom de la Commission du budget, Section des Postes et Télégraphes, rappelant que les lignes téléphoniques exigées comme mesures de sécurité pour relier les usines aux centres de distribution desservis ne sont pas taxées et constituent ainsi une exception qu'il y aura lieu de faire disparaître, en appliquant à ces lignes les tarifs des lignes d'intérêt privé (annexe n° 381, Ch. des Dép.).

NON CLASSEMENT DES SOUS-STATIONS D'ÉLECTRICITÉ. — M. le Président donne lecture de la lettre de M. le Préfet de Police indiquant que le Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine et le Comité consultatif des Arts et Manufactures se sont prononcés contre le classement des usines d'électricité parmi les établissements dangereux, insalubres et incommodes. (*Bulletin municipal officiel* du 24 janvier 1911.)

PROPOSITION DE LOI CHAUTEMPS. — M. le Président communique le rapport de M. Mallet à la Chambre syndicale de l'Industrie du Gaz sur le projet de loi Chautemps concernant les établissements classés, dangereux, insalubres et incommodes.

RAPPORTS DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE BEAUVAIS. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le rapport de M. Vivien sur la tenue des livres de commerce et le rapport de M. Dauchin sur la proposition tendant à la réforme de l'institution des syndics de faillite.

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE. — M. le Président donne lecture de la lettre du Comité central des Houillères de France demandant l'avis de la Chambre syndicale sur la disposition proposée par le Gouvernement, pour imposer et régler dans le cahier des charges des nouvelles concessions de mines, le régime de la participation des ouvriers dans les bénéfices.

Cette question est renvoyée à la Commission d'exploitation administrative et commerciale et confiée au rapport de M. Beauvois-Devaux.

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS. — M. le Président communique la demande du Comité électrotechnique français au sujet de la dénomination à donner à la quantité $UI \sin \varphi$. Il rappelle les raisons qui font désirer l'abandon de la dénomination actuelle de « puissance déwattée » et propose le terme de « puissance réactive ».

Après échange de vues entre les membres présents, la Chambre syndicale approuve la dénomination proposée par M. le Président et décide que ce vœu sera transmis au Comité électrotechnique français.

Il est donné communication du programme élaboré par la Commission d'organisation du Congrès international des applications électriques qui doit se tenir à Turin pendant la durée de l'Exposition.

Sur la proposition de M. Brylinski, la Chambre syndicale décide que le programme et les renseignements nécessaires seront publiés dans la *Revue électrique*, ainsi que toutes les indications utiles pour l'envoi des rapports



et les conditions dans lesquelles ces rapports devront être envoyés [1].

M. le Président communique également le fascicule 4 du vocabulaire, termes commençant par les lettres F à K, et l'épreuve du fascicule 5, termes commençant par les lettres L et M. Cette question est renvoyée à la Commission technique.

Union des Industries métallurgiques et minières. — Les documents suivants émanant de cette Union sont remis aux membres présents :

N° 471. Conseil supérieur des Retraites ouvrières.

N° 472. Projets sur les grèves des services publics.

N° 473. Code du Travail et de la Prévoyance sociale.

N° 475. Rapport de la Commission supérieure du Travail sur l'application de la loi du 2 novembre 1892 pendant l'année 1909.

Chambre de Commerce de Paris. — M. le Président fait part que des cartes d'invitation ont été envoyées aux membres de la Chambre syndicale pour la conférence de M. Cruchon-Dupeyrat sur le commerce entre la France et la Russie. Il dépose sur le bureau de la Chambre syndicale le procès-verbal de la séance d'installation des nouveaux membres et du Bureau de la Chambre de Commerce de Paris.

Fédération des industriels et des commerçants français. — M. le Président communique le Bulletin de février de cette Fédération contenant différentes études intéressantes sur les retraites ouvrières, les maladies professionnelles, l'unification du droit de la lettre de change, etc. Il donne également connaissance de la déposition de cette Fédération devant la Commission des Postes et Télégraphes de la Chambre des Députés sur les comptes-courants et chèques postaux.

Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France. — La Chambre syndicale donne acte de la composition du Bureau de ce Syndicat pour l'année 1911.

M. Eschwège rend compte du banquet de ce Syndicat auquel il a assisté le 14 février dernier.

Congrès national des délégués des Chambres de Commerce. — La Chambre syndicale prend connaissance de la circulaire du Président de ce Congrès et passe à l'ordre du jour.

Congrès de Magdebourg. — La Chambre syndicale, après examen de la demande de l'Association des Usines électriques allemandes, regrette d'avoir été avisée trop tard pour pouvoir étudier la proposition d'adhésion au Congrès et décide qu'on demandera communication des rapports qui seront présentés et des décisions qui seront prises.

Chambre syndicale des Forces hydrauliques. — M. le Président communique le projet d'album descriptif des stations de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques. La Chambre syndicale après examen, décide de souscrire pour un exemplaire.

Exposition de Turin. Congrès international pour les appareils et systèmes destinés a la prévention des accidents du travail. — M. le Président indique qu'en raison de l'urgence un encartage a été fait dans *La Revue électrique* au sujet de ce concours.

La Chambre syndicale ratifie la mesure prise.

Chauffage électrique. — La communication sur le chauffage électrique des fours de boulangerie par les procédés P. F. Le Roy est renvoyée à la Commission d'exploitation administrative et commerciale.

Questions diverses. — M. Sée indique à la Chambre syndicale que le Comité permanent d'électricité procède en ce moment à la revision de l'instruction technique du 21 mars 1910, en vue de certaines modifications nécessitées par la nouvelle réglementation des voies ferrées.

M. Bizet rappelle la demande qu'il avait faite au sujet de la mobilisation du personnel des usines électriques et demande qu'il y soit donné suite en vue d'arriver à une prompte solution.

M. le Président demande que cette question soit rappelée aux Présidents des Commissions chargées de l'étudier.

M. Brylinski signale un arrêt récent de la Cour de Cassation relatif à l'application des droits d'octroi sur tout le matériel servant à l'établissement des lignes aériennes. Cet arrêt règle définitivement la jurisprudence sur cette question qui jusqu'alors était restée indécise.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les ouvrages suivants qui ont été offerts au Syndicat :

Introduction à l'établissement des lignes aériennes de transport d'énergie électrique, par M. Octave Cahen.

Distributions d'énergie électrique, loi du 15 juin 1906 et règlements annexes, décisions diverses rendues par le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes.

Bulletin administratif de la Société pour le développement de l'enseignement technique près l'Université de Grenoble, programme des cours de l'Institut électrotechnique de Grenoble pour l'année 1911-1912.

Publications du Comité central d'études et de défense fiscale.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 11 février 1911.

Membres correspondants :

MM.

Armagnat, Ingénieur-conseil, expert près le Tribunal civil de la Seine, 67, rue du Ranelagh, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Boucherot (Paul), Ingénieur-conseil, professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles, 64, boulevard Auguste-Blanqui, à Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Fouché (Emile-Louis-François-Joseph), Contremaître électricien au secteur Est-Lumière, 29 *bis*, Grande-Rue, Nogent-sur-Marne (Seine), présenté par MM. Leflon et E. Fontaine.

Karcher (Henri-Edouard), Électricien, 58, boulevard de Picpus, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Lanos (François-Jean-Marie), Officier mécanicien de 1re classe de la marine marchande, 17, rue Paul-Bert, Malakoff (Seine), présenté par MM. Frémont et Tainturier.

[1] Ces renseignements ont été publiés dans le n° 172 de *La Revue électrique* du vendredi 24 février 1911, page bleue, n° xxxiii.

Usines.

Société d'éclairage et de force du Cambrésis catésien, Le Cateau (Nord).

Compagnie centrale d'Énergie électrique, 3, rue Moncey, Paris.

Bibliographie.

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907.

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905 concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (courant continu);

5° Secours à donner aux personnes foudroyées (courant alternatif);

6° Études sur l'administration et la comptabilité des Usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant continu);

8° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant alternatif);

9° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Rapport de la Commission des compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux *desiderata* qui leur ont été soumis par la Commission;

11° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

12° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

13° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

14° Modèle de police d'abonnement;

15° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

16° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes par Ch. Sirey;

17° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

18° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieurs à 2000 volts;

19° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

20° Arrêté technique du 21 mars 1910;

21° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

22° Extraits de l'arrêté technique du 21 mars 1910 (affiche).

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation. — De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique, par MM. F. Payen et P. Weiss. p. 253.

Jurisprudence et Contentieux. — Arrêt de la Cour d'appel de Bordeaux du 24 février 1910, p. 254.

Sociétés, Bilans. — Compagnie Parisienne de distribution d'électricité, p. 255.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'assemblées générales, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Nouvelles Sociétés, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Modifications aux Statuts et aux Conseils, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI. — Nouvelles usines dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, *voir* aux annonces, p. XXXIII. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir* aux annonces, p. XXXIII.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Les distributions publiques hydro-électriques du Bassin de la Garonne.

Après avoir donné dans le numéro du 30 avril 1910 les distributions du bassin du Rhône, j'espérais pouvoir produire un *Lexique des meilleures rivières* de ce bassin, selon le principe et la méthode adoptés pour ceux de la Loire et de la Seine ([1]). J'émettais dès ce moment l'opinion que, vu l'importance des chutes d'eau de cette région, il était désirable de commencer par compléter ces Tableaux des distributions publiques, de les mettre à jour, prévoyant toutefois de grandes difficultés, puisque aucune source officielle ne me permettait une documentation certaine ([1]).

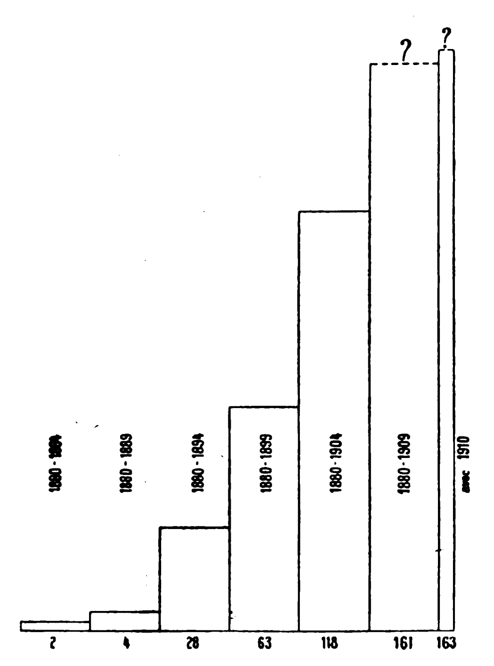


Fig. 1. — Diagramme chronologique des distributions publiques hydro-électriques du bassin de la Garonne.

Je suis sur la voie, et j'espère, sans trop tarder, unissant l'initiative personnelle à la complaisance de certains services administratifs de statistique, pouvoir donner ici ces Tableaux complémentaires et le Lexique lui-même des rivières du bassin du Rhône; il aura cette fois-ci l'avantage de relever ainsi, *jusque vers le milieu de* 1910, les distributions publiques qui utilisent les chutes d'eau de leurs cours. N'oublions pas que les statistiques ne sont jamais absolument closes.

Vu encore le temps nécessaire pour atteindre ce résultat complet et dans le désir naturel de réunir en un espace de temps aussi restreint que possible la publication de mes Lexiques, j'amorce dès maintenant le bassin de la Garonne, offrant presque le même intérêt que le précédent.

Je n'ai donc qu'à renvoyer pour les explications et motifs au petit article d'introduction du 30 avril 1910. Je donne encore (*fig.* 1), comme l'autre fois, un *graphique chronologique* de la progression de ces établissements et je puis déjà prédire qu'il subira, lors de la publication des Tableaux supplémentaires, une assez forte augmentation. Je m'appuie *pour ce dire* sur le fait que, dans le bassin du Rhône non entièrement enquêté cependant, cette augmentation est déjà de 49 distributions, venant s'ajouter aux 271 précédentes pour former un total de 320 au minimum.

S'il nous faut patienter encore un peu, le rapprochement des Lexiques de ces deux bassins n'en sera, je l'espère, que plus probant en faveur de la cause de vulgarisation soutenue : l'utilisation la plus complète possible des rivières françaises pour la production de l'énergie électrique.

P.-S. — A la correction des dernières épreuves des Tableaux, je me vois obligé de passer sous silence Campredon-sur-Hers (Ariège), bien qu'il figure déjà dans l'ouvrage Montpellier, et parce que je n'ai ni confirmation, ni surtout les renseignements hydrauliques et de dates. Par contre, deux nouvelles usines ont été dès maintenant inscrites; savoir : Tuilière (Dordogne) et Borsac (Gironde).

HENRI BRESSON.

([1]) *La Revue électrique*, t. IX, 15 février 1908, p. 88; et t. XI, 15 janvier 1909, p. 13.

([1]) La loi du 15 juin 1906 a placé les distributions d'énergie électrique sous le contrôle du Ministère des Travaux publics; mais cette Administration n'a encore fait paraître aucune statistique ni pour les distributions, ni pour les usines.

USINES. 1.	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT. 4.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution. 6.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12.
Département de l'Ariège.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Mazères	»	comm.	Pamiers.	4	20 km	» v	110 v	1894	Hers.	2,50 m	60 ch	» ch	»
Usines locales.													
Aulus	734	comm.	Saint-Girons.	»	0,500	»	110	1891	Fouillet.	95	70	»	»
Ax-les-Thermes	1503	ch. l. cant.	Foix.	»	»	»	230	1882	Ariège.	6,50	66	70	»
La Bastide-de-Sérou	2539	ch. l. cant.	Foix.	»	»	»	110	1893	Arize.	3	25	12	»
Belesta (1)	2038	comm.	Foix.	»	7	»	120	1909	Hers.	7 5	70 50	70	»
Les Cabannes (2)	452	ch. l. cant.	Foix.	»	7	»	120	1897	Ariège.	2,10	20	70	»
Castillon-en-Couserans	782	ch. l. cant.	Saint-Girons.	»	1	»	125	1900	Lez.	2,20	45	»	»
Engomer	600	comm.	Saint-Girons.	»	»	»	110	1899	Lez.	7,50	220	»	»
Léran	408	comm.	Pamiers.	»	0,400	»	120	1895	Touyrée.	3	11	»	»
Massat	3014	ch. l. cant.	Saint-Girons.	»	0,500	»	220	1902	Arac.	6	50	»	»
Mirepoix	3368	ch. l. cant.	Pamiers.	»	»	»	110	1900	Hers.	3,20	33	»	»
Orlu	»	comm.	Foix.	»	8	150 (3)	55000	1905	Nioles.	936	27000	»	»
Oust	1115	ch. l. cant.	Saint-Girons.	»	1	»	110	1896	Garbet.	4,50	40	»	»
Pamiers	10886	ch. l. arr.	»	»	»	»	250	1890	Ariège.	3	90	»	»
									Salat.	2,20	53	28	»
Saint-Girons (4)	6018	ch. l. arr.	»	»	1,500	»	220	1895	Salat.	2,60	63	»	»
									Lez.	2	53	»	»
Saint-Lizier	1273	ch. l. cant.	Saint-Girons.	»	»	»	110	1891	Salat.	3	40	»	»
Saurat	2850	comm.	Foix.	»	2	»	220	1905	Saurat.	5	40	35	»
Saverdun	3362	ch. l. cant.	Pamiers.	»	»	»	110	1892	Ariège.	2,20	240	»	»
Seix	3068	comm.	Saint-Girons.	»	1	»	110	1897	Salat.	2,30	30	»	»
Sentein	1158	comm.	Saint-Girons.	»	»	»	220	1905	Antras.	3,50	10	»	»
Soueix	765	comm.	Saint-Girons.	»	0,500	»	125	1900	Salat.	2	20	»	»
Trascon-sur-Ariège	1445	ch. l. cant.	Foix.	»	3	»	110	1892	Vicdessos.	6,75	90	»	»
Vicdessos	655	ch. l. cant.	Foix.	»	1,500	»	220	1907	Vicdessos.	4	10	»	»
Département de l'Aude.													
Usines locales.													
Belpech	1780	ch. l. cant.	Castelnaudary.	»	1,200	»	110	1898	Hers.	2,80	45	»	»
Chalabre	2222	ch. l. cant.	Limoux.	»	»	1620	105	1891	Hers.	2,70	35	»	»
Sainte-Colombe-sur-Hers	1078	comm.	Limoux.	»	3	»	110	1910	Hers.	5,80	50	»	»
Département de l'Aveyron.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Capdenac-Gare	»	(5)	Villefranche-de-Rouer.	6	30	620	120	1897	Lot.	5,50	500	500	»
Versols et Lapeyre (6)	»	comm.	Saint-Affrique.	4	23	8000	110	1906	Sorgues.	10 7,50	220 250	300	»
Nant	»	ch. l. cant.	Millau.	2	7	3500	250	1896	Dourbie.	5	100	»	»
Usines locales.													
Creissels	790	comm.	Millau.	»	»	»	110	1903	Cabrières.	16	15	»	»
Entraygues	1903	ch. l. cant.	Espalion.	»	0,900	»	110	1903	Truyère.	1,70	30	»	»
Espalion	4149	ch. l. arr.	»	»	»	»	110	1888	Lot.	1,20	75	40	»
Estaing	1309	ch. l. cant.	Espalion.	»	»	»	160	1902	Lot.	2	15	»	»
Fondamente	367	(7)	Saint-Affrique.	»	»	»	110	1909	Fougette.	4	5	»	»
Laguiole	1890	ch. l. cant.	Espalion.	»	0,500	»	220	1904	Selve.	6,40	15	8	accus
Najac	1660	ch. l. cant.	Villefranche-de-Rouer.	»	2,800	2200	115	1907	Aveyron.	3	50	»	»

(1) Deux usines. — (2) Deux usines. — (3) Marche en parallèle avec Bessières (Haute-Garonne). — (4) Trois usines. — (5) Usine dans la commune de Capdenac (Lot). — (6) Deux usines. — (7) Commune de Montpaon,



USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.	COURS D'EAU.	HAUTEUR de la chute.	PUISSANCE hydraulique.	PUISSANCE thermique.	ACCUMULATEURS.
1.	2.	3.		4.	5.	6.		7.	8.	9.	10.	11.	12.
Département de l'Aveyron (*suite*).													
Usines locales.													
					km	v	v			m	ch	ch	
St-Geniez-de-Rive-d'Olt	3149	ch. l. cant.	Espalion.	»	»	»	240	1902	Lot.	1,80	20	»	»
St-Georges-de-Luzençon	1365	comm.	Millau.	»	7	»	120	1903	Cernon.	4,25	24	»	»
Saint-Jean-de-Bruel	1922	comm.	Millau.	»	1,900	2000	120	1903	Dourbie.	7	25	»	»
Saint-Rome-de-Cernon	1054	comm.	Saint-Affrique.	»	»	»	115	1902	Cernon.	3,75	13	»	»
Salles-la-Source	2263	comm.	Rodez.	»	»	»	230	1903	Creneau.	11	11	»	»
Département du Cantal.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Maurs	»	ch. l. cant.	Aurillac.	2	9,500	4000	120	1902	Rance.	40,25	280	20	»
Roc-des-Bans	»	(1)	Mauriac.	4	25	5000	120	1906	Maronne.	61	200	70	»
Usines locales.													
Laroquebrou	1634	ch. l. cant.	Aurillac.	»	1,500	2000	120	1896	Cère.	1,50	27	»	»
Thézac (2)	1828	ch. l. cant.	Aurillac.	»	2,800	2000	105	1897	Cère.	5,50 11	15 20	»	»
Département de la Charente.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Langélie	»	(3)	Barbezieux.	3	5	5000	120	1902	Nizonne.	2	20	»	»
Madelin	»	(4)	Barbezieux.	»	12	6000	110	1905	Dronne.	2	120	»	»
Département de la Corrèze.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Beaulieu-sur-Ménoire	»	ch. l. cant.	Brive.	2	1,500	2000	110	1899	Dordogne.	1,80	30	27	»
Brive	»	ch. l. arr.	»	2	2	8000	120	1901	Corrèze.	2	200	300	»
Larche	»	ch. l. cant.	Brive.	2	10	»	120	1904	Vézère.	2	150	»	»
Sailhan-Vieux	»	(5)	Brive.	3	6	3000	115	1896	Vézère.	5,30	90	»	»
Saut-du-Saumon	»	(6)	Brive.	3	80	20000	»	1898	Vézère.	45	2500	»	»
Usines locales.													
Bort (7)	3698	ch. l. cant.	Ussel.	»	2	»	150	1894	Dordogne.	2,50 2,50	28 28	» »	» »
Treignac	2229	ch. l. cant.	Tulle.	»	28	»	120	1905	Vézère.	5	40	»	»
Tulle	17412	ch. l. dép.	»	»	4	5600	120	1904	Corrèze.	3,80	550	200	»
Ussel	4693	ch. l. arr.	»	»	7	5000	120	1904	Diège.	19,50	420	»	»
Uzerche	3126	ch. l. cant.	Tulle.	»	25	2400	120	1906	Vézère.	6,30	150	75	»
Département de la Creuse.													
Usine locale.													
La Courtine	1033	ch. l. cant.	Aubusson.	»	1,800	»	220	1906	Grattadoux.	9,50	60	50	»
Département de la Dordogne.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Aubas	»	comm.	Sarlat.	2	52	8000	120	1904	Vézère.	1,70	200	»	»
Longua	»	(8)	Ribérac.	3	2	2000	120	1894	Isle.	1,45	100	»	»
Tourtoirac	»	comm.	Périgueux.	4	1,500	3000	120	1906	Auvézère.	1,70	60	»	»
Tuilière	»	(9)	Bergerac.	75	120	50000	110	1908	Dordogne.	12	25000	8000	»

(1) Commune de Salers. — (2) Deux usines. — (3) Commune de Gurat. — (4) Commune de Bonnes. — (5) Commune d'Allassac. — (6) Commune de Voutezac. — (7) Deux usines. — (8) Commune de Saint Médard. — (9) Commune de Saint-Capraise-de-Lalinde.

USINES. 1.	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12.
Département de la Dordogne (*suite*).													
Usines locales.													
					km	v	v			m	ch	ch	
Bergerac	15936	ch. l. arr.	»	»	»	»	110	1892	Candeau.	6,18	40	40	»
Brantôme	2369	ch. l. cant.	Périgueux.	»	»	»	120	1903	Dronne.	1,30	25	25	»
Le Bugue	2872	ch. l. cant.	Sarlat.	»	0,600	»	220	1903	Doux.	2,30	20	40	»
Les Eyzies-de-Tayac	»	(1)	Sarlat.	»	»	»	110	1900	Beuve.	3 / 3,50	20	»	»
Jumilhac-le-Grand	3406	ch. l. cant.	Nontron.	»	1	»	120	1905	Isle.	2,60	40	»	»
La Linde	2096	ch. l. cant.	Bergerac.	»	0,500	»	120	1900	Dordogne.	7	24	»	»
Mareuil-sur-Belle	1392	ch. l. cant.	Nontron.	»	»	»	120	1903	Mareuillais.	3,50	14	»	accus
Montpont-sur-l'Isle	2486	ch. l. cant.	Ribérac.	»	»	»	110	1894	Isle.	1,55	200	»	»
Montignac	3102	ch. l. cant.	Sarlat.	»	»	»	115	1896	Vézère.	1,50	160	80	»
Saint-Aulaye	1525	ch. l. cant.	Ribérac.	»	0,700	»	135	1895	Dronne.	1,95	105	»	»
Saint-Martial-d'Albarède	615	comm.	Périgueux.	»	»	»	110	1904	Loue.	1,60	16	20	»
Terrasson	3627	ch. l. cant.	Sarlat.	»	»	»	110	1893	Vézère.	1,75	70	70	»
Département de la Haute-Garonne.													
Usine alimentant plusieurs localités.													
Ausson	»	comm.	St-Gaudens.	5	22	2300	110	1889	Garonne.	3	270	»	»
Usines locales.													
Arbas	641	comm.	St-Gaudens.	»	»	»	250	1903	Fougaron.	8,50	10	»	»
Aulon	822	comm.	St-Gaudens.	»	1	»	200	1905	Noue.	4	15	»	»
Aspet	2015	ch. l. cant.	St-Gaudens.	»	1,500	»	150	1900	Gers.	4,50	30	20	»
Bagnères-de-Luchon	3260	ch. l. cant.	St-Gaudens.	»	10	3000	120	1903	One.	100	2000	250	»
Bessières	»	comm.	Toulouse.	»	110	(2)	»	1908	Tarn.	2,10	750	»	»
Cazères	2677	ch. l. cant.	Muret.	»	0,800	»	110	1897	Garonne.	2	80	»	»
Le Fousseret	1840	ch. l. cant.	Muret.	»	0,700	»	110	1898	Louge.	3	30	»	»
L'Isle-en-Dodon	2339	ch. l. cant.	St-Gaudens.	»	»	»	110	1909	Save.	2,50	18	25	»
Montesquieu-Volvestre	3111	ch. l. cant.	Muret.	»	1,700	2000	110	1904	Arize.	1,60	30	»	»
Muret	3911	ch. l. arr.	»	»	»	»	110	1896	Louge.	3,80	35	12	»
Pointis-Inard	1030	comm.	St-Gaudens.	»	1,500	»	220	1904	Gers.	2	18	»	»
Rieux	1586	ch. l. cant.	Muret.	»	»	»	110	1891	Ariège.	3,50	25	»	»
Saint-Béat	944	ch. l. cant.	St-Gaudens.	»	1,800	2000	120	1904	Garonne.	5,50	350	150	»
Saint-Martory	1051	ch. l. cant.	St-Gaudens.	»	»	»	110	1900	Garonne.	4	400	»	»
Salie-du-Salat	1032	ch. l. cant.	St-Gaudens.	»	8	»	110	1910	Salat.	(3)	70	»	»
Toulouse	149841	ch. l. dép.	»	»	»	»	110	1897	Garonne.	4,20	1200	300	»
Villemur-sur-le-Tarn	3951	comm.	Toulouse.	»	0,500	»	110	1896	Tarn.	2,30	80	25	»
Département du Gers.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Castéra-Verduzan	»	comm.	Condom.	2	9	2500	115	1905	Baïse.	1,50	33	60	»
Usines locales.													
Isle-de-Noé	772	comm.	Mirande.	»	»	»	115	1897	Baïse.	3	15	»	»
Lombez	1428	ch. l. arr.	»	»	»	»	115	1905	Save.	4	30	»	»
Masseube (4)	1502	ch. l. cant.	Mirande.	»	7	»	120	1904	Gers.	3,20 / 5	25 / 40	» / »	» / »
Mauvezin	2261	ch. l. cant.	Lectoure.	»	»	»	120	1905	Arrats.	1,70	20	22	accus
Miélan	1536	ch. l. cant.	Mirande.	»	16	3200	120	1906	Bouïs.	4,50	16	30	»
Saint-Clar	1516	ch. l. cant.	Lectoure.	»	17	2500	120	1906	Arrats.	4	60	60	»

(1) Deux usines. — (2) N'a pu parvenir à temps, marche en parallèle avec Orlu. — (3) La hauteur de la chute n'a pu parvenir à temps. — (4) Deux usines.



USINES. 1.	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution. 6.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12.
Département du Gers (*suite*).													
Usines locales.													
					km	v	v			m	ch	ch	
Samatan	2252	ch. l. cant.	Lombez.	»	1	»	110	1896	Save.	3,50	40	»	»
Solomiac	640	comm.	Lectoure.	»	»	»	220	1904	Gimone.	4,20	20	»	»
Vic-Fezensac	3230	ch. l. cant.	Auch.	»	8	3000	125	1903	Baïse.	3	40	50	»
Département de la Gironde.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Barsac	»	comm.	Bordeaux.	4	9	3200	110	1907	Ciron.	2	25	»	»
Usines locales.													
La Brède	1671	ch. l. cant.	Bordeaux.	»	»	»	130	1905	St-Jean-d'Estampes.	2,40	10	(1)	»
Coutras	4062	ch. l. cant.	Libourne.	»	»	»	120	1895	Dronne.	2	100	»	»
St-Médard-de-Guizières	1825	comm.	Libourne.	»	1,500	»	110	1901	Isle.	1,90	80	90	»
Villandraut	1122	ch. l. cant.	Bazas.	»	2,500	»	120	1901	Ciron.	3	25	»	»
Département du Lot.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Béterille (2)	»	comm.	Gourdon.	9	16	4000	110	1902	Dordogne.	1,80	160	80	»
Usines locales.													
Albas	1120	comm.	Cahors.	»	»	»	120	1897	Lot.	1,50	600	»	»
Bagnac	1823	comm.	Figeac.	»	1,500	1100	120	1903	Célé.	2,60	27	»	»
Luzech	1541	ch. l. cant.	Cahors.	»	»	»	120	1899	Lot.	2	80	»	»
Puy-l'Évêque	2009	ch. l. cant	Cahors.	»	0,700	3000	120	1904	Lot.	2,80	80	»	»
Saint-Céré	3273	ch. l. cant.	Figeac.	»	6	2400	120	1899	Bave.	5,50	53	20	»
Souillac	3154	ch. l. cant.	Gourdon.	»	6	2000	110	1900	Borrèze.	6	30	35	»
Département du Lot-et-Garonne.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Fumel	»	ch. l. cant.	Villeneuve-sur-Lot.	3	9	5000	120	1902	Lot.	2,45	160	»	»
Lavardac	»	ch. l. cant.	Nérac.	3	1,500	»	125	1894	Gelise.	3,30	65	60	accus
Moulin-de-Madame	»	(3)	Villeneuve-sur-Lot.	4	10	5000	110	1896	Lot.	1 1,50	300 300	300 150	accus »
Pont-de-Penne	»	(4)	Villeneuve-sur-Lot.	2	»	»	220	1902	Lot.	1,45	30	»	»
Usines locales.													
Aiguillon	2988	comm.	Agen.	»	0,500	»	125	1893	Lot.	1,85	24	40	»
Buzet	1342	comm.	Nérac.	»	»	»	130	1896	Garonne et ruis. de la Baïse.	7,50	60	»	»
Clairac	2880	comm.	Marmande.	»	8	»	120	1997	Lot.	2,20	200	120	»
Layrac	2434	comm.	Agen.	»	»	»	125	1898	Gers.	3,50	70	»	»
Mézin	2737	ch. l. cant.	Nérac.	»	0,800	3000	125	1905	Gelise.	1,70	25	»	»
Sos	1114	comm.	Nérac.	»	1	»	125	1894	Gueyze.	2,20	10	»	»
Vianne	821	comm.	Nérac.	»	»	»	100	1892	Baïse.	2,50	60	80	»
Département de la Lozère.													
Usines locales.													
La Canourgue	1640	ch. l. cant.	Marvéjols.	»	»	»	250	1907	Urugne.	2,60	8	»	»
Le Malzieu-Ville	1022	ch. l. cant.	Marvéjols.	»	1,500	3000	190	1906	Truyère.	3,50	75	»	»
Mende	7319	ch. l. dép.	»	»	3,500	800	110	1880	Lot.	4	30	85	accus
Meyrueïs	1487	ch. l. cant.	Florac.	»	2	2200	115	1905	Jante.	6,50	18	»	»

(1) Reçoit aussi du courant de la Compagnie du Sud-Ouest. — (2) L'usine est commune de Carennac. — (3) Commune de Villeneuve-sur-Lot et deux usines. — (4) Commune de Penne.



USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.	COURS D'EAU.	HAUTEUR de la chute.	PUISSANCE hydraulique.	PUISSANCE thermique.	ACCUMULATEURS.
1.	2.	3.	4.	4.	5.	6.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Département du Puy-de-Dôme.													
Usines locales.													
La Bourboule	1947	comm.	Clermont-Fer.	»	km 1,250	3200 v	110 v	1896	Dordogne.	m 18,20	ch 400	ch »	»
Mont-d'Or-les-Bains	2092	comm.	Clermont-Fer.	»	3,500	3600	120	1898	Dordogne.	32	300	300	»
Département des Hautes-Pyrénées.													
Usines locales.													
Ancizan	583	comm.	Bagn.-de-Big.	»	2	»	110	1905	Neste.	3	15	»	»
Castelnau-Magnoac	1410	ch. l. cant.	Bagn.-de-Big.	»	5,500	2400	110	1904	Baïse.	5	60	30	»
Galan	1055	ch. l. cant.	Tarbes.	»	1,100	»	150	1901	Baïse.	3	20	»	»
Guchen	383	comm.	Bagn.-de-Big.	»	5	»	110	1900	Lavedan.	3	6	»	»
Lannemezan	2023	ch. l. cant.	Bagn.-de-Big.	»	15	»	125	1909	Baïse.	7	15	40	»
Loures	514	comm.	Bagn.-de-Big.	»	1	»	145	1909	Garonne.	1,60	60	70	»
Sailhan	247	comm.	Bagn.-de-Big.	»	1	»	280	1908	Neste-d'Aure.	4,50	35	»	»
Saint-Lary	241	comm.	Bagn.-de-Big.	»	1	»	110	1908	Neste-d'Aure.	4,50	35	»	»
Saint-Laurent-de-Neste	1242	ch. l. cant.	Bagn.-de-Big.	»	0,500	»	125	1903	Neste.	2,80	70	»	»
Sarrancolin	305	comm.	Bagn.-de-Big.	»	»	»	120	1903	Neste.	3	18	»	»
Trie	1433	ch. l. cant.	Tarbes.	»	1	»	110	1894	Baïse.	5	30	»	accus
Département du Tarn.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Ambres	»	comm.	Lavaur.	2	20	10000	500	1905	Agout.	2,50	200	200	»
Arthez (1)	»	comm.	Albi.	3	»	10000	120	1905	Tarn.	22	1200	350	»
Banquet	»	(2)	Castres.	6	13	5000	120	1898	Arn.	35	100	»	»
Durfort	»	comm.	Castres.	5	8	5000	130	1894	Sor.	72	130	50	»
Lagascarié	»	(3)	Castres.	3	6	3000	120	1904	Agout.	2	40	»	»
Marsac (4)	»	comm.	Astri.	5	20	10000	120	1903	Tarn.	3,50	400	»	»
Saint-Martin-Laguépie	»	comm.	Gaillac.	2	1	5000	120	1906	Aveyron.	2,50	100	90	»
Saint-Paul-de-Damiatte	»	(5)	Lavaur.	2	2,500	»	220	1902	Agout.	2	100	»	»
Uzeste	»	comm.	Bazas.	2	18	(6)		1906	Ciron.	4,50	100	100	»
Usines locales.													
Brassac	1907	ch. l. cant.	Castres.	»	»	»	140	1898	Agout.	2,90	25	»	»
Briatexte	1281	comm.	Lavaur.	»	1,500	»	220	1892	Dadou.	3,10	100	»	»
Dourgne	1667	ch. l. cant.	Castres.	»	1,200	»	110	1892	Taurou.	79	36	35	»
Labruguière	3133	ch. l. cant.	Castres.	»	7	3500	120	1902	Neste.	150	80	100	»
Lavaur	6535	ch. l. arr.	»	»	»	»	220	1904	Agout.	3,20	180	»	»
Isle-sur-Tarn	3883	ch. l. cant.	Gaillac.	»	8	»	110	1907	Tarn.	2,30	500	»	»
Roquecourbe	1562	ch. l. cant.	Castres.	»	5	»	120	1890	Agout.	1,75	16	»	»
Département du Tarn-et-Garonne.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Montauban	»	ch. l. dép.	Castres.	4	12	3600	110	1899	Tarn.	2	350	350	»
Usines locales.													
Laguépie	1908	comm.	Mautauban.	»	13	»	220	1907	Aveyron.	2	55	»	»
Moissac	8407	ch. l. arr.	»	»	7	»	220	1900	Tarn.	2,40	75	60	»
Négrepelisse	2358	ch. l. cant.	Moutauban.	»	»	»	230	1903	Aveyron.	1,50	25	»	»
Saint-Antonin	4033	ch. l. cant.	Montauban	»	1,200	»	110	1906	Aveyron.	1,90	100	60	»

(1) En parallèle avec Lagascarié. — (2) Commune de Saint-Amans-Valtoret. — (3) Commune de Saix. — (4) En parallèle avec Arthez. (5) Commune de Saint-Paul-de-Jouy. — (6) Tensions non parvenues à temps.

TRACTION ET LOCOMOTION.

MÉTROPOLITAINS.

La ventilation des lignes métropolitaines souterraines de New-York.

Après étude faite par une Commission municipale de la ville de New-York dans le but de remédier à la chaleur insupportable qui se manifestait l'été (où la température est toujours très élevée à New-York) dans les lignes souterraines (subway) du réseau métropolitain de cette ville ([1]), sur lesquelles il n'avait été prévu, au moment de l'ouverture en fin 1904, aucun dispositif spécial de ventilation, on a appliqué récemment les mesures suivantes :

On cherche à produire un courant méthodique d'air : entrée *e* d'air frais extérieur par les stations S_1, S_2 (*fig.* 1)

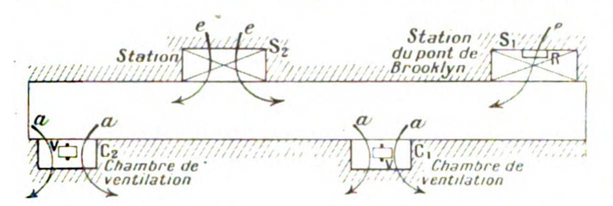


Fig. 1. — Schéma de la ventilation du métropolitain souterrain de New-York.

et sortie d'air chaud et vicié *a* par des chambres spéciales de ventilation C_1, C_2, ... débouchant au dehors et créées dans l'intervalle des stations.

La figure 2 donne la coupe d'une de ces chambres de ventilation construites au nombre de 14 entre Brooklyn Bridge et Colombus Avenue. Elles sont établies directement en C au-dessous du sol; on peut y accéder du tunnel T par des échelles de fer E_1 et en sortir sur le trottoir par d'autres échelles E_2 débouchant sous des grilles mobiles G'. D'autres grilles fixes G, établies au niveau du trottoir à côté des grilles mobiles G', s'ajoutent à celles-ci pour l'évacuation de l'air vicié venant du tunnel T; les barreaux de ces grilles sont de construction spéciale pour empêcher les piétons de glisser. Après la fin du service intense de jour et pendant la nuit, soit au total pendant 12 heures environ sur 24, on met en marche un ou deux ventilateurs électriques V disposés dans la chambre et pouvant débiter, suivant le type employé qui a 1,50 m ou 2,10 m de diamètre, 780 m³ ou 1550 m³ par minute. Ces ventilateurs, actionnés par des moteurs de 15 à 30 chevaux, sont doubles dans 11 stations et simples dans 3 autres. Leur puissance est proportionnelle à la capacité de la section de souterrain qu'ils ont à desservir et dont ils doivent pouvoir renouveler l'air en 15 à 19 minutes.

([1]) La description de ces lignes a été donnée dans *La Revue électrique*, t. VI, 15 octobre 1908, p. 200.

Sous l'action de ces ventilateurs, l'air du tunnel T est aspiré énergiquement, passe au travers des clapets basculants O ménagés dans le mur séparant le tunnel de la chambre C (et qui s'ouvrent sous la pression intérieure en découvrant une section de 375 m² à 500 m²) puis sort de la chambre C par les grilles G, G'. Cette évacuation de l'air vicié du tunnel est accompagnée d'une rentrée correspondante d'air frais par les stations S (*fig.* 1).

Par raison d'économie, on ne fait généralement pas marcher les ventilateurs pendant le jour, parce qu'on admet que, pendant cette période, la marche intense des trains est suffisante pour donner à l'air du tunnel T une pression appréciable qui vient s'exercer sur les clapets O des chambres de ventilation et les fait basculer, ce qui provoque la sortie automatique de l'air chaud et vicié, sans l'intervention de l'aspiration artificielle du ventilateur, et la rentrée correspondant d'air frais par les stations (nous ne savons pas jusqu'à quel point cette hypothèse est vérifiée).

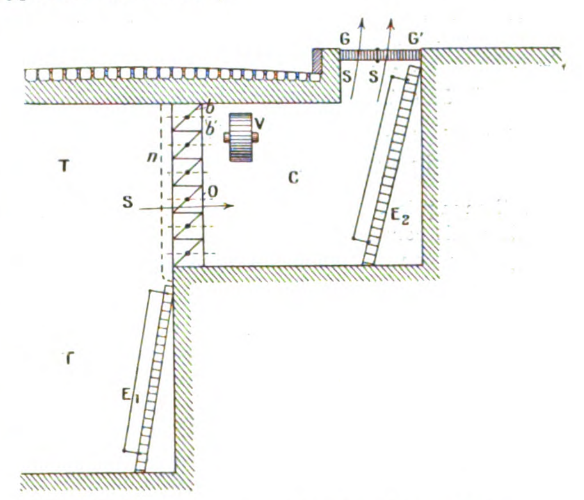


Fig. 2. — Coupe d'une chambre de ventilation du métropolitain souterrain de New-York.

Les clapets automatiques O sont constitués par des volets *b* de 1,40 m de long sur 0,45 m de hauteur, en tôles minces de fer galvanisé, renforcées par de petites cornières et montées aux deux tiers de leur hauteur sur un axe horizontal terminé par deux petits galets sur lesquels se fait l'articulation; un contrepoids fixé sur la partie inférieure du volet le maintient fermé à 45° contre un cadre fixe, mais il suffit d'une très faible pression pour le faire basculer en *b'* et démasquer ainsi l'ouverture du cadre. La face interne des clapets a été recouverte d'un grillage *n* destiné à empêcher la chute dans le tunnel des volets *b* qui se détachent quelquefois de leur axe.

5...

Afin de donner un large accès à l'air extérieur pénétrant par les stations, on a augmenté les entrées naturelles offertes dans celles-ci par les escaliers en créant des ouvertures supplémentaires dans les plafonds des stations, situés tous à fleur du sol; les ouvertures disposées sur les trottoirs sont protégées par des grillages. Pour les quatorze stations, ces ouvertures forment ensemble une section de 425 m² et augmentent environ du double les ouvertures naturelles, de façon à obtenir une section totale d'ouverture de 1 m² par 3000 m³ de capacité d'air de tunnel.

Dans tout ce qui précède, on considère comme air frais l'air pris à l'extérieur, mais en réalité cet air n'est guère frais quand il est à la température voisine de 30°,5, comme cela se produit souvent en été. On a fait à la station S_1 (*fig.* 1) du pont de Brooklyn des essais pour rafraîchir l'air nouveau introduit dans le tunnel en le faisant passer dans deux réfrigérants constitués par un faisceau de tubes disposés sur chaque quai et dans lequel on fait circuler par des pompes électriques, à raison de 0,7 m³ à 1,4 m³ par minute, un courant d'eau froide pris dans deux puits creusés près de la station. L'air rafraîchit se déverse au-dessus de la tête des voyageurs par des manches de 0,50 m × 0,70 m de section. On a pu de cette façon abaisser de 33° à 27° la température sur les quais pour une température extérieure de 29°. On ne sait pas encore si cette méthode, appliquée maintenant en été à la station du pont de Brooklyn sera étendue à d'autres gares.

CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS.

Les installations électriques pour le percement du tunnel du Lœtschberg.

La Compagnie suisse des chemins de fer des Alpes bernoises fait construire une ligne à voie normale entre Frutigen (canton de Berne) et Brigue (canton de Valais).

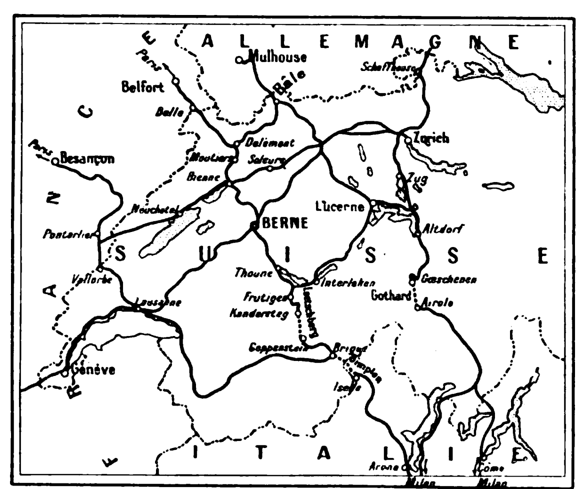


Fig. 1. — Carte des chemins de fer suisses.

Cette ligne met en relation directe Berne avec l'Italie par le Simplon. Les principaux ouvrages sont prévus pour l'établissement ultérieur de deux voies, mais on n'établira qu'une seule voie au début.

La longueur totale de la nouvelle ligne (*fig.* 1) est de 60 km répartis environ comme suit :

De Frutigen (altitude 830 m) à Kandersteg (1220 m), 16 km;

De Kandersteg (1220 m) à Goppenstein (1220 m), tunnel du Lœtschberg, 14 km;

De Goppenstein (1220 m) à Brigue (680 m), 30 km.

Les deux rampes d'accès au tunnel ont des déclivités de 22 à 23 pour 1000 sur presque tout leur parcours.

La traction des trains sur cette ligne sera assurée par des locomotives électriques à courant monophasé d'une puissance de 2000 chevaux environ.

Les travaux de construction seront terminés vers 1913.

L'entreprise générale des travaux du chemin de fer des Alpes bernoises, qui a la concession des travaux, a établi aux deux têtes du tunnel du Lœtschberg des installations très importantes.

A la tête sud du tunnel à Goppenstein, ces installations (*fig.* 2) comprennent les services suivants :

1° Perforation mécanique des mines à l'avancement;

2° Perforation mécanique du rocher pour élargissement de la galerie d'avancement;

3° Traction des trains ouvriers et des trains de déblais;

4° Ventilation du tunnel;

5° Production d'air comprimé pour les services ci-dessus;

6° Réparation du matériel;

7° Divers services accessoires.

1° La perforation des trous de mines à l'avancement se fait au moyen de quatre perforatrices Ingersoll (New-York) à air comprimé recevant l'air à la pression de 6 à 7 atm d'une conduite venant des compresseurs. Ces perforatrices fonctionnent jour et nuit et elles permettent de creuser la galerie d'avancement à la vitesse de 6 à 7 m par jour.

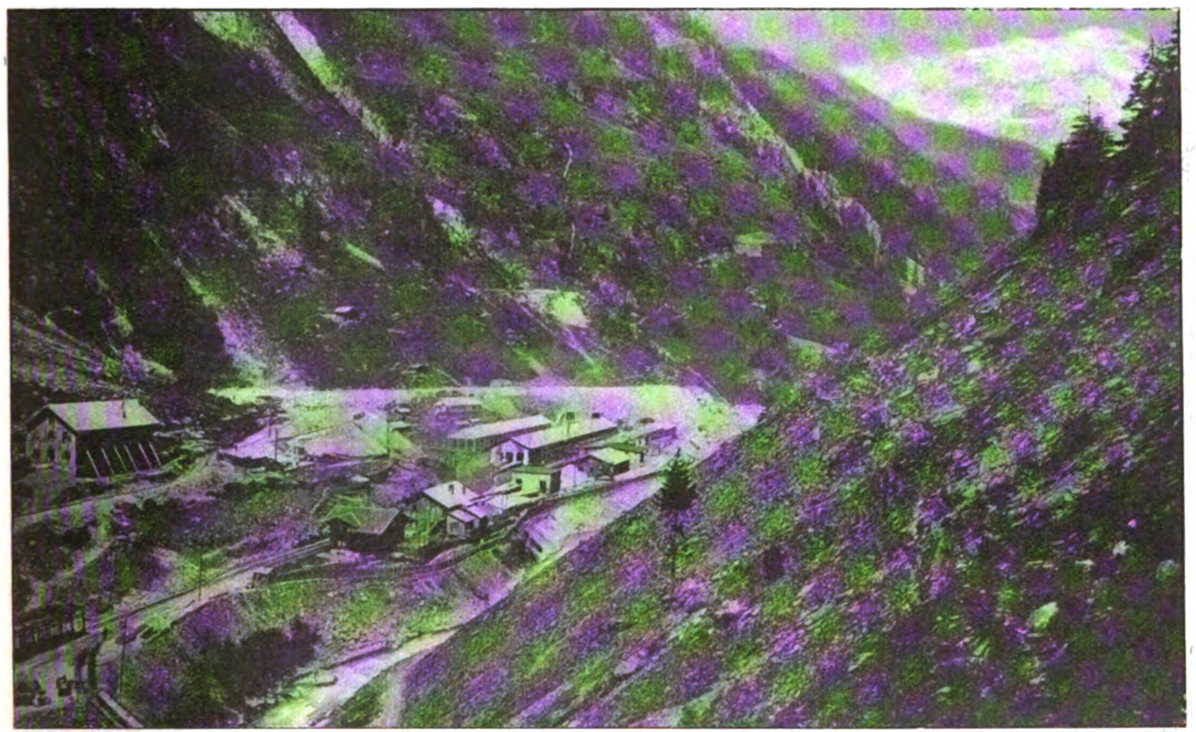
2° En arrière de l'avancement, l'abatage du rocher se fait au moyen de petites perforatrices Ingersoll, de marteaux pneumatiques et aussi à la main.

3° Les trains de service sont remorqués dans le tunnel sur une voie de 0,75 m par des locomotives à vapeur jusqu'au kilomètre 4 environ, point où s'arrête la partie du tunnel complètement terminée, et où aboutit la principale galerie de ventilation. A partir de là les trains sont remorqués par des locomotives à air comprimé qui prennent l'air sur une canalisation aboutissant au kilomètre 4. Ces locomotives portent quatre réservoirs d'air comprimé à 120 atm, une cabine pour le mécanicien et les appareils de manœuvre, et une petite chaudière pour le réchauffage de l'air dont la détente congèlerait l'huile dans les cylindres moteurs. Ces locomotives devant passer dans la galerie d'avancement de 2 m de hauteur sur 3 m de largeur sont très compactes; la capacité des réservoirs leur permet néanmoins de faire deux voyages aller et retour jusqu'à l'avancement qui est environ au kilomètre 6.

4° La ventilation du tunnel est assurée par les perforatrices à air comprimé, par les locomotives et enfin par des ventilateurs. A l'entrée du tunnel sont installés les deux ventilateurs qui refouleront l'air dans le tunnel



au moment de l'exploitation définitive; le tunnel sera alors fermé par un rideau. Actuellement on refoule l'air dans une galerie artificielle A (*fig.* 3) obtenue en construisant une cloison en briques *ab* dans la partie déjà maçonnée du tunnel; cette galerie va jusqu'au kilomètre 4. L'air refoulé en ce point se divise en deux parties, une partie se dirige à l'extérieur du tunnel, l'autre est reprise par des ventilateurs actionnés par des moteurs électriques et refoulée jusqu'au voisinage de l'avancement dans une conduite de 0,60 m de diamètre en tôle d'acier.



(Cliché Ruggeri, à Brigue.)

Fig. 2. — Les installations pour le percement du tunnel du Lœtschberg à Goppenstein (Valais).

Les ventilateurs placés à l'entrée du tunnel sont actionnés au moyen de courroies par deux moteurs triphasés Alioth de 50 chevaux chacun.

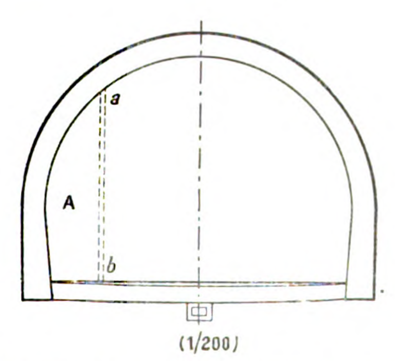


Fig. 3. — Coupe du tunnel de Lœtschberg montrant la galerie provisoire d'aération A.

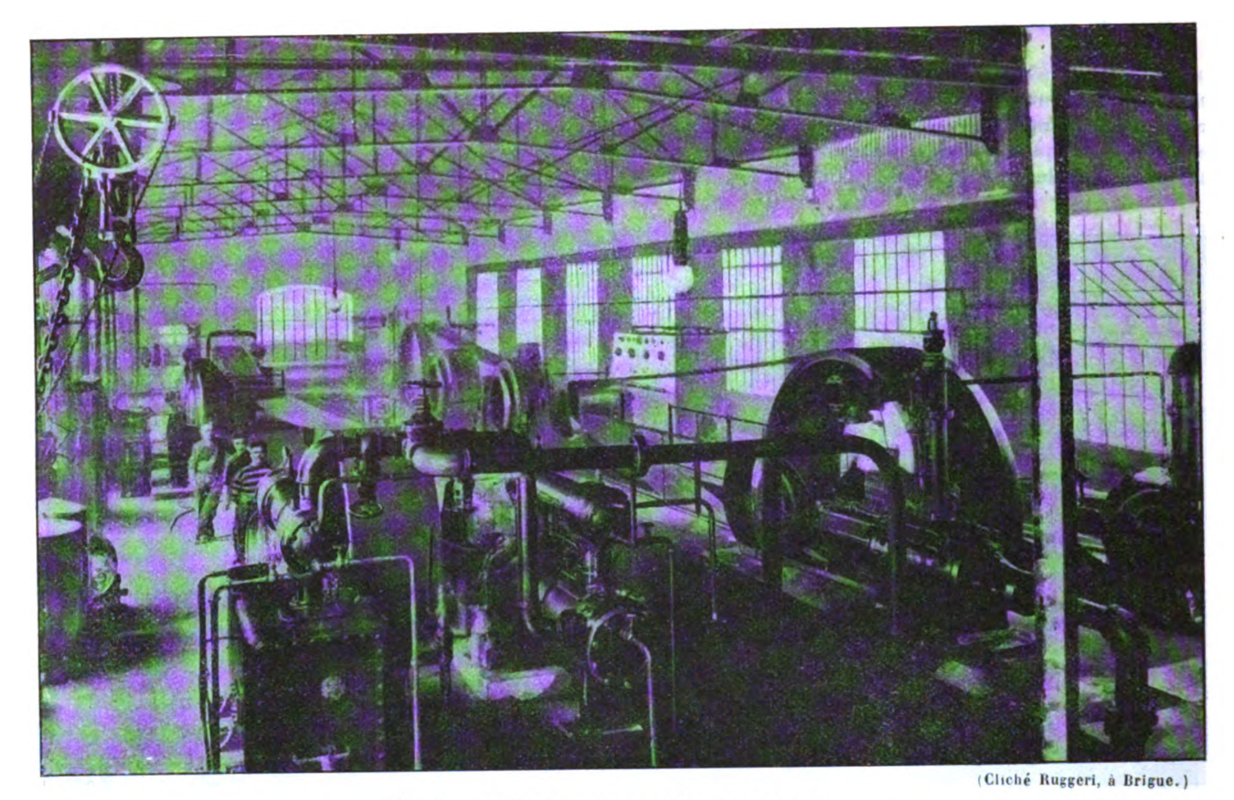
5° L'air comprimé nécessaire à la perforation du tunnel et à la traction des trains est obtenu par 5 compresseurs (*fig.* 4), installés dans une salle de machines importante.

Deux compresseurs Ingersoll compriment l'air par 4 étages de pression jusqu'à 120 atm; cet air est accumulé dans des réservoirs placés près de l'entrée du tunnel. Trois autres compresseurs fonctionnant avec seulement deux étages de pression fournissent l'air à la pression de 9 kg : cm² pour les perforatrices et pour certaines machines-outils de l'atelier de réparation.

Cinq moteurs asynchrones triphasés Alioth de 500 chevaux actionnent par courroies ces compresseurs.

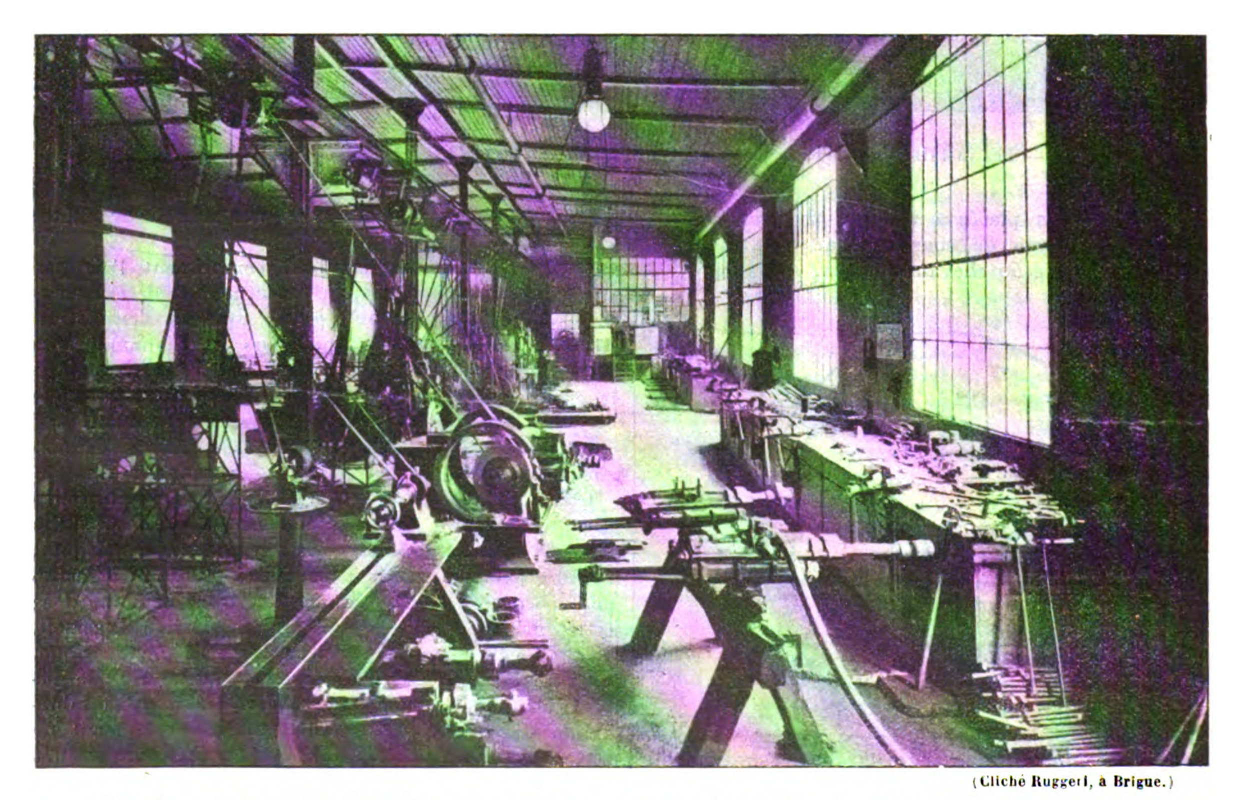
6° La réparation du matériel se fait dans un atelier (*fig.* 5) installé non loin de la salle des machines. Les outils mécaniques sont actionnés par des moteurs électriques. Le forgeage des burins pour perforatrices est effectué par une machine pneumatique mue par l'air comprimé; cette machine a été fournie par la Société Ingersoll, comme la plus grande partie du matériel pneumatique.

7° Les services accessoires comprennent : 1° la fabrication de sable par broyage de pierres et la fabrication de voussoirs en béton pour le revêtement de certaines parties de la voûte; ces services sont assurés par des moteurs électriques; 2° l'éclairage des chantiers



(Cliché Ruggeri, à Brigue.)

Fig. 4. — Salle des compresseurs « Ingersoll ».



(Cliché Ruggeri, à Brigue.)

Fig. 5. — Atelier de réparations à Goppenstein, au premier plan perforatrices Ingersoll à air comprimé.

à l'extérieur du tunnel qui est assuré par l'électricité. Dans le tunnel on emploie pour l'éclairage des lampes à acétylène.

Le courant électrique nécessaire à toutes ces installations est fourni par la Société des Usines de la Lonza. Une ligne aérienne à 15000 volts, établie sur poteaux en bois fortement protégés contre les avalanches et les éboulements, amène au chantier le courant triphasé dont la tension est abaissée à 500 volts pour l'emploi dans les moteurs. Cette ligne a environ 5 km de longueur, depuis l'usine hydro-électrique établie sur la Lonza qui l'alimente au moyen d'un groupe électrogène de 5000 chevaux.

Les travaux de percement du tunnel ont été commencés en mars 1907 et, malgré les deux catastrophes qui ont attristé cette grande entreprise et retardé considérablement les travaux, on pense réunir les galeries d'avancement nord et sud en avril 1911.

T. PAUSERT.

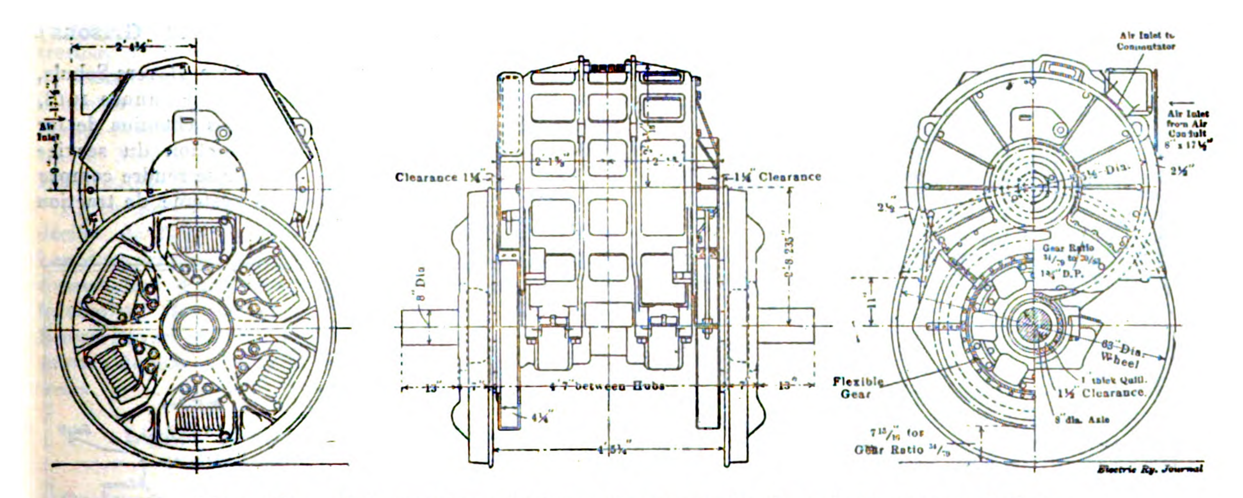
Locomotives à marchandises du New York-New Haven Railway.

Les locomotives monophasées pour trains de voyageurs du New York-New Haven Ry dont la description complète a été donnée dans *La Revue électrique* [1] comportaient, on se le rappelle, quatre essieux moteurs sur lesquels étaient emmanchés directement des moteurs de 250 chevaux.

Pour la traction des trains de marchandises, ces locomotives auraient donné des vitesses trop grandes. La Compagnie a fait construire et essayé récemment deux types de locomotives à démultiplication, l'une par engrenages, et l'autre par bielles.

Le premier type comporte quatre essieux moteurs centraux et deux bissels aux extrémités. Chaque essieu est commandé par un moteur monophasé de 350 chevaux, soit 1400 chevaux au total pour la locomotive. La disposition des moteurs représentée sur les figures 1 à 3 est toute différente de celle en usage sur les locomotives à voyageurs. La carcasse du moteur est fixée au châssis du véhicule et porte dans le bas deux tourillons (*fig.* 2) dans lesquels tournent un faux arbre entourant l'essieu avec un jeu (*fig.* 3) de 37 mm. Cet arbre porte une roue dentée à 79 dents engrenant avec un pignon de 34 dents calé sur l'arbre de l'induit. Le couple moteur est transmis du faux arbre à l'essieu par six bras venus de fonte à l'extérieur de la boîte à engrenages et agissant sur six ressorts hélicoïdaux montés (*fig.* 1) entre les rayons du corps de roue et pouvant travailler à la compression dans les deux sens.

La locomotive a été équipée pour pouvoir remorquer



Fi. g1 à 3. — Essieux moteurs des locomotives à marchandises du New Haven Railway.

à volonté soit des trains de marchandises de 1600 tonnes à la vitesse de 56 km : h, soit des trains de voyageurs de 800 tonnes à la vitesse de 72 km : h, et possède à cet effet des appareils de commande pour la marche à courants alternatifs et à courant continu (ce dernier courant étant employé dans le parcours effectué par les trains du New Haven sur le réseau du New York Central). Les moteurs ont une ventilation forcée.

Aux essais effectués dans les ateliers Westinghouse avant sa livraison, cette locomotive a développé un effort de traction maximum de 22750 kg et a pu démarrer et remorquer un train de 2100 tonnes sur une rampe de 5 : 1000.

Elle a été ensuite mise en service régulier entre Harlem River et Stamford. Elle a donné de très bons résultats; on atteint la vitesse de 20 km : h en une minute pour démarrer un train de 1600 tonnes. Il est vrai qu'une accélération rapide a moins d'importance pour les trains de marchandises; mais la machine a fait preuve d'autres qualités appréciables; elle est capable d'efforts plus grands que les anciennes locomotives à vapeur et donne une plus grande vitesse qui permettra de réduire de moitié la durée du trajet des trains de marchandises.

La seconde machine, construite par les ateliers Baldwin

[1] Voir *La Revue électrique*, t. XI, 30 avril 1909, p. 304.

5....



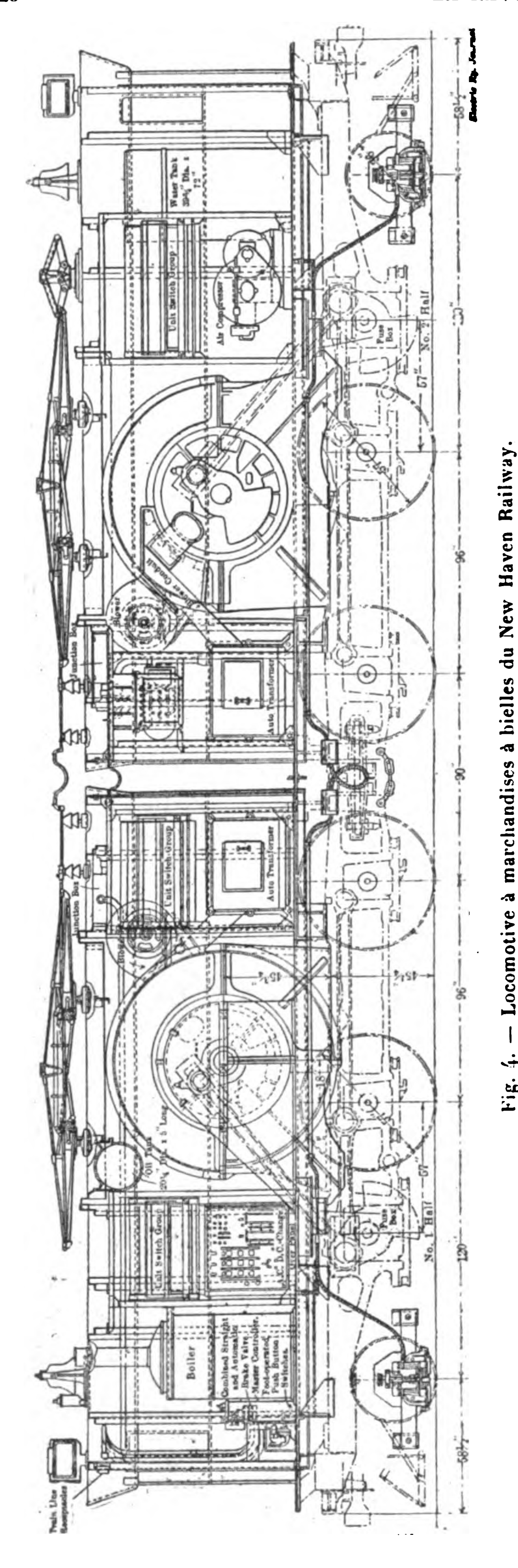


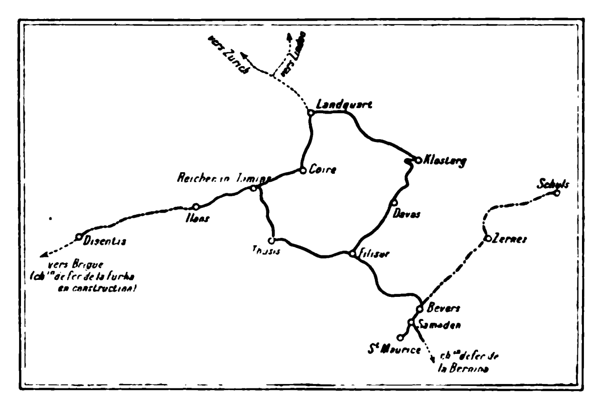
Fig. 4. — Locomotive à marchandises à bielles du New Haven Railway.

de Philadelphie, mais équipée également par la Société Westinghouse pour la partie électrique, est composée de deux demi-unités identiques articulées (*fig.* 4) et comprenant chacune deux essieux moteurs et un bissel porteur extrême. A l'intérieur de chacun des véhicules formant demi-unité est placé un gros moteur à courant monophasé et continu de 750 chevaux, commandant de chaque côté par manivelle et bielle inclinée et reliant contre-manivelle à contrepoids, une bielle horizontale reliant les deux roues motrices.

Chaque demi-unité porte un archet pantographique et une boîte de jonction (junction box) sur son toit et contient à l'intérieur du véhicule un auto-transformateur (autotransformer), un ventilateur (Blower) pour les moteurs et le transformateur et les appareils de commande complets, de façon que les deux demi-locomotives peuvent fonctionner indépendamment l'une de l'autre si l'une a ses appareils moteurs endommagés. Mais les deux demi-unités doivent toujours marcher ensemble, car les appareils auxiliaires sont répartis entre les deux; l'une porte une chaudière verticale (Boiler) pour le chauffage à vapeur du train et un réservoir à huile (oil tank); l'autre contient le compresseur (air compressor) électrique fournissant l'air comprimé du frein Westinghouse et un réservoir d'eau (water tank).

L'électrification des chemins de fer rhétiques suisses (Grisons).

La construction de la nouvelle ligne Bevers-Schuls, dont la mise en service a été prévue pour l'année 1913, engagea en son temps la Direction des chemins de fer rhétiques à étudier à fond l'introduction du service de traction électrique, afin de pouvoir se rendre compte des avantages que présenterait ce système de traction pour les lignes de l'Engadine.



Carte des chemins de fer rhétiques suisses.

Les résultats de ces études parlèrent tant en faveur de l'électrification que, dans sa séance du 18 mai 1910, le Conseil d'Administration des chemins de fer rhétiques nomma une commission qu'il chargea de prendre les dispositions nécessaires en vue de l'introduction du service de traction par l'électricité sur les lignes Bevers-Schuls (49 km), Bevers-Saint-Moritz (7,3 km) et Samaden-Pontresina (5,3 km).

Il était évident qu'on ne pouvait songer à introduire ce système d'un coup sur tout le réseau; les expériences faites sur les lignes de l'Engadine permettront cependant d'amasser un grand nombre d'expériences qui constitueront une base précieuse pour l'électrification des autres lignes du réseau rhétique qui sont, comme on le sait, Landquart-Coire (13,7 km), Coire-Reichenau-Ilanz-Disentis (60 km) (le tronçon Ilanz-Disentis est actuellement en construction), Reichenau-Filisur-Bevers (72 km), Landquart-Davos-Filisur (70 km).

La commission vient, il y a quelques jours, de prendre une décision au sujet de l'électrification des lignes Bevers-Schuls et Samaden-Pontresina. L'énergie nécessaire pour ce service de traction d'essai sera fournie par l'usine de Brusio sous forme de courant triphasé à 25000 volts et de 50 périodes, qui sera transformé dans une station de convertisseurs située à Bevers ou à Pontresina en courant alternatif monophasé de 10000 à 11000 volts et d'une fréquence de $16\frac{2}{3}$ périodes; c'est sous cette forme qu'il alimentera la ligne de contact. La commission a choisi pour la plus grande partie de la ligne la suspension caténaire sans fil porteur auxiliaire; seul pour le tronçon Bevers-Saint-Moritz on a prévu, à titre d'essai, la suspension caténaire avec fil porteur auxiliaire. La ligne sera suspendue à des poteaux de fer distants de 60 m l'un de l'autre. La pose de la ligne du nouveau tronçon Bevers-Zernez (24 km), ainsi que celle des tronçons Bevers-Saint-Moritz et Samaden-Pontresina, a été confiée au bureau commun des Ateliers de construction Œrlikon et de la Maison Siemens-Schuckert, tandis que la ligne de contact du tronçon Zernez-Schuls (25 km) sera posée par la Société d'électricité Alioth à Bâle, de commun avec l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, de Berlin.

En ce qui concerne les véhicules de traction, il a été décidé de faire exclusivement usage de locomotives. Les deux groupes précités ont été chargés chacun de la construction d'une locomotive de 600 chevaux et d'une locomotive de 300 chevaux; la Société d'électricité Brown-Boveri et Cie, à Baden, de l'exécution d'une locomotive de 600 chevaux et de six locomotives de 300 chevaux.

G. ZINDEL.

Lignes électriques de Trient-Malé et d'Innsbrück-Hall (Tyrol).

Quelques lignes de traction électrique ont été achevées l'an dernier dans le Tyrol; les plus intéressantes sont celles de Trient-Malé et d'Innsbrück-Hall.

La première, qui est la plus longue de l'Autriche, a 60 km de développement; elle est à 1 m d'écartement, L'établissement en avait été sollicité depuis de longues années par la population, mais des difficultés pécuniaires n'avaient pas permis de la construire. Ce chemin de fer reçoit l'énergie électrique des usines de Sarca, à proximité de Trient; la force motrice est empruntée à une chute d'eau et le courant est transmis, en triphasés, à 20000 volts, aux trois sous-stations de conversion, où il est transformé en continu à 800 volts; la ligne aérienne est constituée par deux fils de 70 mm². Les automotrices sont à 4 essieux et possèdent chacune 4 moteurs à pôles auxiliaires ayant une capacité horaire de 50 chevaux; ces moteurs attaquent les essieux par l'intermédiaire d'une transmission à engrenages à réduction 1,4, 6; ils démarrent avec un champ très intense (surexcité), ce qui permet d'opérer la mise en marche avec le minimum de courant; la vitesse maximum est de 35 km : h. Les véhicules sont équipés d'un frein à air comprimé et ils peuvent être freinés électriquement par la mise en court-circuit des moteurs; ils ont de plus un frein de réserve à main. Actuellement, le service est fait au moyen de 10 automotrices et de 12 remorques à voyageurs, ainsi que 47 wagons à marchandises et 2 wagons postaux.

Innsbrück constitue actuellement le centre d'un important réseau de chemins de fer électriques : la ligne à courant alternatif simple, Innsbrück-Fulpmes, en est la plus intéressante, avec celle allant du Mont-Isel au point central, pour continuer jusqu'à Hall, qui vient d'être inaugurée. Cette dernière ligne est partagée en deux sections : la première, du Mont-Isel à l'intersection avec l'Hungerburgbahn, exploitée au moyen du courant continu à 500 volts; la seconde, jusqu'à Hall, fonctionnant avec du courant continu à 1000 volts; la longueur totale est de 12 km. La première portion se confond en partie avec le réseau urbain; le courant est transmis aux voitures par une ligne aérienne formée de deux fils de 65 mm²; sur la seconde, il n'y a qu'un fil suspendu suivant le système caténaire de l'A. E. G. L'énergie est fournie par l'usine hydro-électrique de la Sill, qui a été transformée il y a quelque temps et dont l'équipement se compose actuellement de six groupes générateurs, ayant une capacité totale de 18000 chevaux; la tension de transmission est de 11000 volts et la fréquence de 42. Le matériel roulant comprend, indépendamment des anciennes remorques, huit automotrices à quatre essieux munies chacune de 2 moteurs de 60 chevaux à pôles auxiliaires.

Le tramway électrique à courant monophasé. 50 périodes, de Saint-Avold (Alsace-Lorraine) (1).

Ce tramway, qui doit faciliter aux 6000 habitants de la commune l'accès du chemin de fer distant de 26 km, est un des premiers utilisant la fréquence 50 avec des moteurs relativement puissants. Ce choix est dicté par les considérations suivantes : La marche du tramway étant réglée sur l'horaire des trains, il y a de longs arrêts pendant lesquels les génératrices auraient tourné à vide ; d'autre part, pour réduire la durée du parcours de ces 26 km, il fallait pouvoir accélérer l'allure, malgré le profil accidenté de la route qui présente des pentes de 60 à 74 pour 1000. Pour ces raisons on achète à une société minière voisine du courant triphasé, 5000 volts et 50 périodes, qui est ensuite transformé en monophasé, à l'aide de transformateurs statiques. Chaque voiture est équipée de deux moteurs à répulsion hexapolaires, de 60 chevaux, 700 t: min, 560 volts et 50 p: sec. Le poids total d'une motrice est de 11,5 tonnes dont 3,2 tonnes pour la partie électrique ; les remorques ne pèsent que 5,7 tonnes.

(1) P. MULLER, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXII, 5 janvier 1911, p. 11.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

ACIDE AZOTIQUE.

Recherches récentes sur la production électrique de l'acide azotique.

Nous rappellerons tout d'abord quelques-uns des procédés qui ont été préconisés.

Dans le procédé Bradley et Lovejoy [1] (Atmospheric Products Company, Niagara Falls) on utilise du courant continu de 10000 à 15000 volts. Un appareil de 1,2 m de diamètre et 1,5 m de hauteur donne par heure 11,3 m^3 d'un mélange gazeux renfermant 2 à 3 pour 100 de bioxyde d'azote et produit environ 88 g d'acide nitrique par kilowatt-heure pour une puissance de 10 kilowatts. Sous 10000 volts, l'intensité nécessaire est de 1 ampère, ce qui correspond à quelques millièmes d'ampère par étincelle, étant donné que, d'après Habero, sur 6900 étincelles par seconde, 300 éclatent à la fois.

La complication du procédé et la nécessité de mettre en fonctionnement un grand nombre d'appareils dans une exploitation industrielle ont fait renoncer à ce procédé.

L'appareil de Kowalski et Moscicki [2] (Comité d'initiative pour la fabrication de produits nitriques) utilise une tension de 50000 volts et, grâce à la disposition employée, permet d'atteindre 0,05 ampère pour chaque série d'étincelles de 24 cm de longueur. Un seul appareil peut ainsi absorber 24 kilowatts; la production n'est que de 48 g d'acide nitrique par kilowatt-heure. L'appareil est encore compliqué et ne permet pas d'utiliser de grandes quantités d'énergie.

Dans leurs recherches Birkeland et Eyde [3] ont employé un appareil consistant en une caisse étroite en matière isolante et incombustible. Les côtés étroits de cette caisse sont traversés par deux électrodes en cuivre, pendant que, vers le milieu des larges côtés sont disposés les pôles d'un électro-aimant en forme d'U. L'air à traiter traverse le four de bas en haut, puis se rend aux tours d'absorption.

La fabrique de Notodden, en Norvège, travaille avec 3 fours Birkeland et Eyde de 500 kilowatts chacun utilisant un arc alternatif de 5000 volts éclatant entre les électrodes de cuivre refroidies par un courant d'eau. Cet arc s'étale en un disque d'environ 2 m de diamètre sous l'influence de l'électro-aimant alimenté par du courant continu et absorbant environ 10 pour 100 de l'énergie envoyée dans le four. Chaque four est traversé par 25 m^3 d'air par minute. A sa sortie, l'air renferme environ 2 pour 100 de bioxyde d'azote. L'usine de Notodden emprunte son énergie à une chute d'eau du Tin-Elf. Le rendement obtenu correspond à 70 à 83 g d'acide nitrique anhydre par kilowatt-heure, soit à 500-600 kg de AzO^3H par kilowatt-an. En supposant avec O. von Miller que le kilowatt-heure produit par chute d'eau revient à 0,0625 centime, la dépense d'énergie électrique pour fixer 1 kg d'azote à l'état de nitrate serait de 36,25 centimes tandis que ce kg d'azote revient à 1,5625 fr dans le nitrate de soude du Chili (100 kg de ce nitrate renferment en moyenne 96 pour 100 de AzO^3Na et coûtent 25 fr).

L'eau chargée de 40 pour 100 d'acide nitrique est traitée, à la sortie des tours d'absorption, par la chaux. Le nitrate de chaux transformé en sel basique est ainsi très utilisable comme engrais.

Dans une Communication à la Société allemande Bunsen, le Dr Foerster a indiqué que, dans la combinaison de l'azote et de l'oxygène, l'énergie électrique n'intervient que par son action calorifique. La forme de la décharge n'a d'influence que sur le refroidissement rapide des gaz chargés de bioxyde d'azote et que sur l'utilisation plus ou moins complète à la décharge de l'énergie électrique produite par la dynamo.

Comparant le courant continu au courant alternatif, le Dr Foerster a obtenu les résultats résumés dans les deux Tableaux suivants :

NUMÉRO de l'essai.	INTENSITÉ moyenne en ampères.	TENSION moyenne en volts.	PUISSANCE consommée en watts.	DURÉE de l'essai en minutes.	AIR traité en litres.	AzO^3H produit en grammes.	AzO^3H produit en grammes par kw-h.
I. *Arc à flamme à courant continu.*							
1.....	1,8	65,5	118,6	15	3,0	0,148	5,0
2.....	2,0	65	130	15	4,0	0,247	7,6
3.....	2,0	65	130	15	4,2	0,241	7,4
II. *Étincelles à courant alternatif.*							
		Tension primaire					
4.....	7,4	58,2	137	15	3,8	0,194	5,7
5.....	7,7	56,5	135,5	15	3,8	0,215	6,4
6	3,8	59,5	52	53	12,2	0,307	6,7
7.....	4,2	54,5	63	50	11,2	0,375	7,1

La vitesse de passage de l'air dans les essais 4 à 7 était la même que pour les essais 2 et 3. La différence de puissance entre les essais 4 et 5 d'une part et 6 et 7 d'autre part provient de la longueur différente des étincelles. Cette longueur atteignait 13 cm à 14 cm pour les essais 4 et 5, et 7 cm à 7,5 cm pour les essais 6 et 7. Dans la limite de précision des mesures, l'auteur conclut de ces essais que, pour les mêmes conditions, une même quantité d'énergie électrique oxyde la même quantité d'azote, que la décharge affecte la forme de basse ou haute tension,

(1) *La Revue électrique*, t. VI, 15 octobre 1906, p. 208.
(2) *La Revue électrique*, t. VI, 15 octobre 1906, p. 209.
(3) Brevet français, n° 335692, de 1903.

pourvu que les produits de la combustion soient refroidis avec la même rapidité, ce qui était à peu près le cas ici.

D'après les rendements obtenus par Birkeland et Eyde il faudrait pouvoir disposer d'une puissance de 2,7 millions de chevaux pour fabriquer annuellement la quantité de nitrate de soude que fournit le Chili (soit 1,5 million de tonnes). Comme l'Allemagne utilise le tiers de cette production totale, il faudrait donc rien que pour l'Allemagne 0,9 million de chevaux, ce qui est énorme.

Il faut cependant considérer que le rendement peut être beaucoup augmenté. En se basant sur ce fait que Brode a trouvé dans la partie inférieure de la flamme à haute tension, brûlant dans l'air, 8 pour 100 de bioxyde d'azote et en supposant qu'en grand l'on puisse arriver à 10 pour 100 en augmentant la température, on trouve que cette proportion correspond d'après les calculs de Nernst à une température de 4200° C. En admettant un refroidissement rapide Haber calcule pour cette température un rendement de 134 g AzO^3H par kilowatt-heure, tandis que pour 1000° de moins on n'obtiendrait que 73,5 g pour la même énergie. Ce dernier rendement est très voisin de ceux qu'on obtient actuellement. Ce n'est donc qu'en élevant la température et en se rapprochant d'un refroidissement idéal des gaz chauds qu'on arrivera à augmenter cette valeur.

Muthmann et Hofer ont trouvé que le rendement peut augmenter quand on élève la pression gazeuse. En réalité, l'équilibre $Az^2 + O^2 \rightleftharpoons 2AzO$ n'est pas troublé par les variations de pression lorsque la température reste la même; mais l'augmentation de pression élève la résistance électrique des gaz et peut, par suite, augmenter la température de la flamme.

Un autre moyen d'accroître le rendement est celui proposé par Lord Rayleigh et qui consiste à remplacer l'air atmosphérique par un mélange à parties égales en volume d'oxygène et d'azote. On obtient ainsi un rendement supérieur d'environ 25 pour 100. Ce mélange gazeux se produit en recueillant les gaz provenant de l'ébullition de l'air liquide. Dans cette opération, il reste facilement de l'azote pur dont on se sert pour la préparation de l'azoture de calcium.

Dans de nouveaux travaux F. Haber, A. Kœnig, E. Platou, W. Holwech, A. Wolokitin ont étudié la formation de l'oxyde azotique dans l'arc à haute tension, dans les décharges à haute fréquence, dans les arcs refroidis, dans les arcs sous pression et aussi pendant la combustion de l'hydrogène.

Nous résumons ci-dessous ces différents travaux.

Sur la formation de l'oxyde azotique dans l'arc à haute tension (1).

Les expériences des auteurs ont été effectuées en utilisant l'appareil représenté en figure 1. C'est un tube de quartz vertical dont le diamètre est de 11 mm aux extrémités et de 5 mm au milieu. Cette partie médiane, possède deux tubulures en quartz de même diamètre servant à l'arrivée et au départ des gaz. Aux extrémités élargies sont introduites les électrodes qui consistent chacune en un long tube refroidi par l'eau et terminé par une baguette en fer massif. L'extrémité de la baguette est terminée par un fil de platine sur lequel est enfilé un tube en zircone solidement fixé. L'arc éclate entre les extrémités incandescentes des tubes de zircone et remplit le tube de quartz dans sa partie rétrécie. Tout le tube est introduit dans un réfrigérant à circulation d'eau.

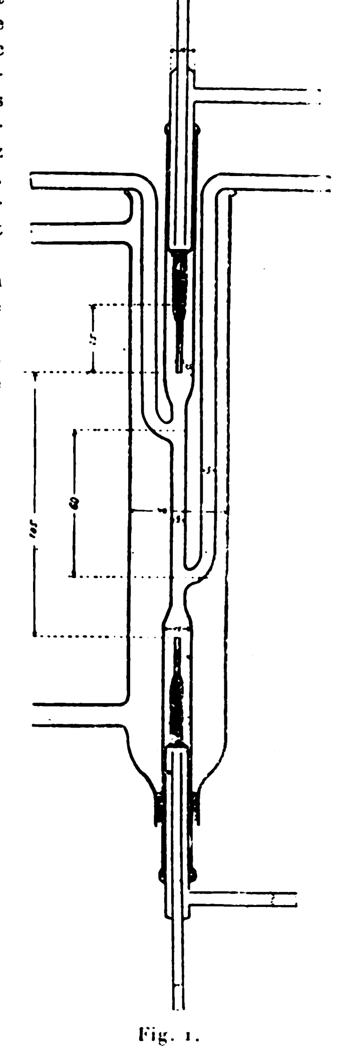


Fig. 1.

Avec une pression d'environ 100 mm de mercure, l'arc remplit presque complètement le tube et, par suite de la bonne conductibilité calorifique du quartz, une grande quantité de chaleur traverse les parois et porte rapidement l'eau extérieure à une température voisine de l'ébullition.

Cet arc refroidi permet d'obtenir, avec un lent courant gazeux, une teneur en oxyde azotique de 10 pour 100 dans l'air, de 12,5 pour 100 dans un mélange de 80 pour 100 d'oxygène et 20 pour 100 d'azote, et de 14,5 pour 100 dans un mélange à parties égales de ces deux gaz. Ces hautes teneurs sont compatibles avec l'hypothèse de la formation purement thermique de l'oxyde azotique.

Dans une première série d'essais, les auteurs ont déterminé les teneurs en oxyde azotique à différentes pressions. Ils ont obtenu les résultats du Tableau ci-après (*voir* p. 230), l'arc ayant 75 mm de longueur.

Pour le dosage de AzO les gaz étaient recueillis dans une pipette de 0,5 litre.

Les courbes de la figure 2 représentent la variation en fonction de la pression, de la concentration en pour 100 de AzO et de la tension en volts. Le maximum de la teneur se produit vers 150 mm de mercure. Avec des pressions supérieures l'arc se contracte, s'éloigne des parois refroidies du tube de quartz et il en résulte une transmission moindre de chaleur.

Dans une deuxième série d'essais, les auteurs ont en outre déterminé le déphasage. La longueur de l'arc était

5.....

(1) F. Haber, A. Kœnig et E. Platou, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 1er octobre 1910, p. 789.

NUMÉRO de l'essai.	INTENSITÉ en ampères.	TENSION en volts.	PRESSION de l'arc en mm de mercure.	VITESSE du gaz en litres par heure.	AzO trouvé en cm³.	AzO en pour 100.	MOYENNE.
1....					1,13	3,76	
2....					1,09	3,75	
3....					1,19	4,26	
4....	0,270	900	54	5,0	1,19	4,16	4,5
5....					1,29	5,22	
6....					1,39	5,86	
7....					5,27	8,03	
8....					4,37	7,47	
9....					4,42	6,78	
10....					4,47	7,15	
11....	0,270	1200	104	6,0	4,37	7,05	7,23
12....					4,37	7,05	
13....					3,88	7,25	
14....					3,58	7,04	
15....					6,56	8,35	
16....	0,270	1400	146	6,0	7,96	8,16	8,16
17....					7,75	7,98	
18....			212		9,00	6,92	
19....			212		8,85	6,80	6,86
20....	0,270	1700	208	6,0	9,65	6,82	
21....			208		8,85	6,90	
22....			342		8,45	5,48	
23....			342		8,25	5,80	5,52
24....			342		7,36	5,36	
25....			342		6,86	5,42	
26....	0,270	1700	384	4,5	7,46	5,01	
27....			384		6,86	5,08	5,19
28....			384		6,36	5,55	
29...			384		7,46	5,10	
30....					5,57	5,35	
31....	0,270	1520	596	2,0	8,25	4,41	4,68
32....					7,46	4.67	
33....					8,65	4,28	
34....					16,90	4,28	
35....	0,285	1420	750	2,0	14,53	4,18	4,17
36....					18,70	4,16	
37....					18,35	4,07	

ici de 105 mm. Les résultats sont exprimés dans le Tableau ci-dessous qui porte deux déterminations du cos φ.

On voit que pour une puissance de 0,7 kilowatt on a pu obtenir 3,4 pour 100 d'oxyde azotique, soit 57 g AzO^3H par kilowatt-heure. Ce chiffre correspond à une production de 500 kg AzO^3H par kilowatt-an. C'est une concentration assez élevée mais qui ne représente pas la limite de ce qu'on peut obtenir avec les arcs refroidis. Comme on le

NUMÉRO de l'essai.	*I* en ampères.	*E* en volts.	cos φ.	cos φ'.	KILO-WATTS.	PRESSION de l'arc en mm de Hg.	LITRES par heure.	AzO en cm³.	AzO en pour 100.	AzO^3H en grammes par kw-h
1........	0,244	2900	0,60	0,53	0,400	90	111	1,69	1,52	32,4
2........	0,244	2800	0,59	0,54	0,386	89	96,5	1,53	1,59	35,0
3........	0,41	2200	0,70	0,71						
4........	0,41	2200	0,69	0,70	0,636	90	284	2,88	3,41	43,0
5........	0,41	2200	0,71	0,72						
6........	0,41	2200	0,64	0,65						
7........	0,41	2200	0,62	0,64	0,576	106	312	3,08	2,26	34,8
8........	0,41	2200	0,63	0,65						
9........	0,480	2500	0,56	0,59	0,684	133	450	3,18	2,93	54,5
10........	0,480	2400	0,60	0,60	0,690	109	428	3,78	3,03	53,2
11........	0,490	2200	0,58	0,61	0,641	123	371	3,18	3,22	52,5
12........	0,500	2500	0,65	0,65	0,664	124	386	3,18	3,22	52,6
13........	0,505	2200	0,73	0,73	0,655	121	384	3,08	2,96	49,0
14........	0,510	2200	0,74	0,74	0,662	121	384	3,38	3,25	53,0
15........	0,530	2000	0,65	0,65	0,690	125	406	3,48	3,43	56,8
16........	0,540	2300	0,59	0,57	0,720	136	433	3,84	3,41	57,4
17........	0,540	2300	0,57	0,59	0,720	137	433	3,62	2,91	49,4
18........	0,540	2300	0,59	0,60	0,745	138	433	3,68	3,16	51,7
19........	0,585	2200	0,62	0,60	0,785	146	474	3,78	3,17	53,8
20........	0,587	2000	0,61	0,62	0,722	128	390	3,98	3,26	49,7
21........	0,595	2000	0,62	0,61	0,731	130	390	3,78	3,38	50,5
22........	0,600	2400	0,61	0,62	0,878	159	515	3,78	2,92	48,2
23........	0,600	2400	0,62	0,62	0,878	162	515	4,02	3,16	52,2
24........	0,600	2500	0,62	0,63	0,915	160	518	3,88	3,11	49,7



verra plus loin, W. Holwech et A. Kœnig ont atteint davantage par une autre disposition en employant du courant continu.

En ce qui concerne le déphasage, il faut remarquer que, par une plus grande vitesse gazeuse et par une plus

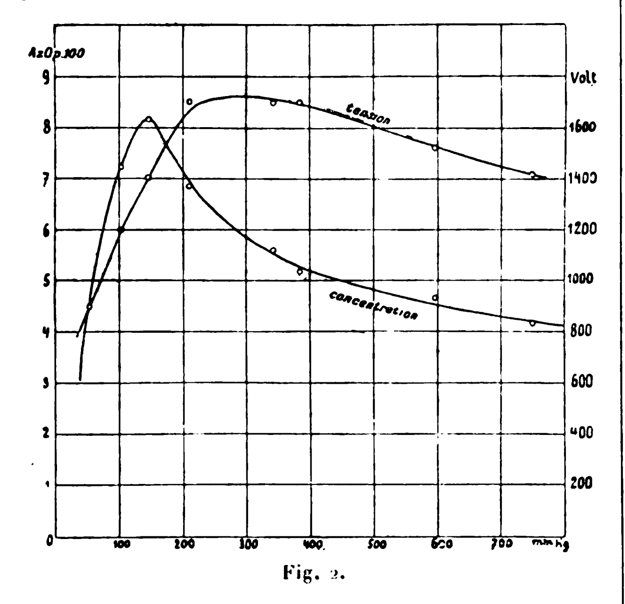


Fig. 2.

faible intensité, la densité des ions dans la partie médiane rétrécie devient plus petite. La tension alternative doit donc, après chaque passage à zéro, monter plus haut avant que l'arc ne s'allume et il en résulte une plus haute valeur de la tension moyenne et un déphasage apparent plus grand.

Il résulte des différents essais qu'on a approximativement

$$\cos \varphi = \frac{1050}{E} + 0,19,$$

E étant la tension moyenne de l'arc, en volts. On n'a pas constaté d'influence de la composition du mélange azote et oxygène sur le déphasage. Des valeurs de $\cos \varphi$ supérieures à 0,8 ne sont observées que si l'on opère à pression très basse (environ 30 mm de mercure).

Sur la formation de l'oxyde azotique au moyen des décharges électriques alternatives à haute fréquence [1].

Dans le cas des décharges à haute fréquence, la mesure de la puissance devient impossible par les méthodes ordinaires. Les auteurs ont fait usage du calorimètre pour mesurer l'énergie électrique consommée. En réalité, étant donné que la chaleur de formation est négative (— 21 600 calories-g pour le monoxyde d'azote, — 8100 calories pour le dioxyde et — 2650 calories pour le tétraoxyde), il n'y a pas égalité absolue entre l'énergie électrique et l'énergie calorifique, mais l'erreur que l'on fait ainsi n'est que de 2 pour 100, en supposant qu'il ne se forme que du monoxyde et moins encore si le produit final renferme en outre du dioxyde.

La figure 3 représente en coupes le dispositif employé. Le vase de Dewar D est rempli de 1830 g d'huile de paraffine. Deux bandes en verre resté non argenté permettent de voir à l'intérieur. Dans ce vase peut se mouvoir un agitateur R ayant 16 cm de hauteur de course et comprenant deux tiges d'acier traversant, à la partie supérieure, deux tubes de verre placés eux-mêmes dans deux tubes courts en ébonite. Les tiges d'acier servent à amener le courant à une résistance en fil de manganin tendu en zizgags entre deux disques en fibre. Ces disques sont

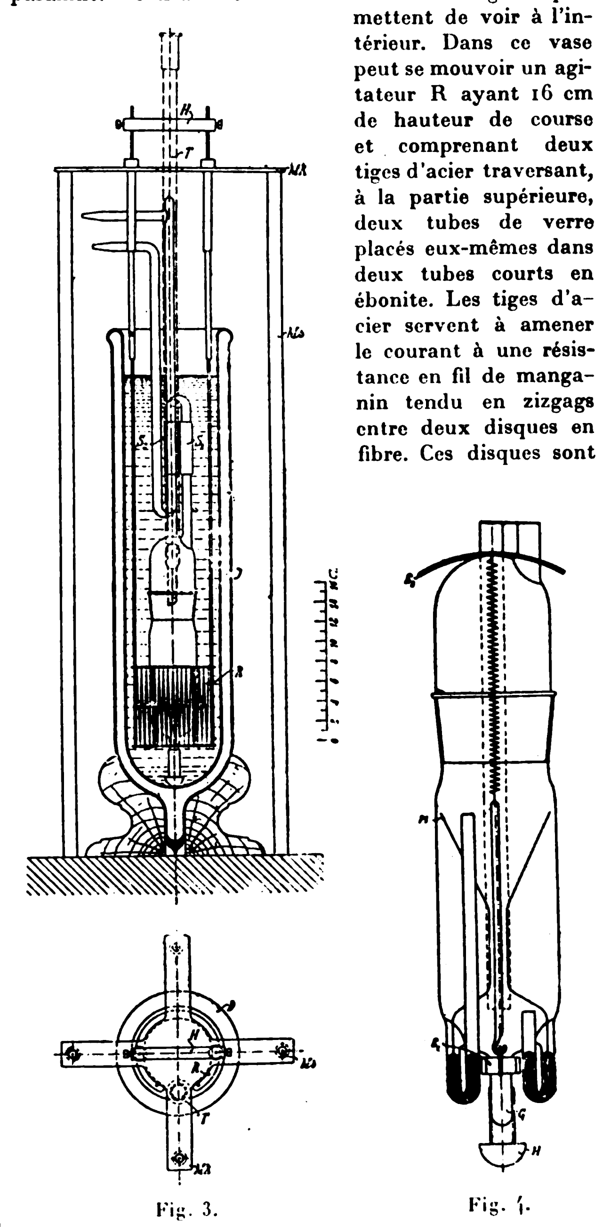


Fig. 3. Fig. 4.

évidés au milieu pour laisser passer le vase à décharge; ils ne sont pas non plus complètement fermés et laissent un vide pour le passage d'un thermomètre Beckmann T qui permet de suivre les variations de température du bain. Les deux tiges d'acier sont reliées par la tige d'ébonite H et l'agitateur est maintenu par le croisillon en laiton M_2 porté par les colonnes M_1 en laiton.

(1) F. HABER et E. PLATOU, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 1er octobre 1910, p. 796.

Dans le calorimètre est introduit le vase à décharge représenté agrandi en figure 4. La partie inférieure élargie a 5 cm de diamètre; elle repose sur le fond du vase de Dewar par un bouchon en verre G passant dans un petit pied en ébonite H. Le courant est amené par des contacts à mercure à deux fils de platine P_t de 0,6 mm de diamètre recourbés en forme de corne à l'intérieur du vase. La partie supérieure qui porte les tubes d'amenée et de départ des gaz s'adapte à l'émeri sur ce vase. La fermeture hermétique est assurée par deux ressorts spirales en acier et crochets en verre reliant la bride E_1 en ébonite au disque d'ébonite E_2. Le tube de verre qui amène le gaz est représenté en pointillé dans la figure 4. Le tube de départ se termine par deux échangeurs de chaleur S_1, S_2 de façon à porter la température du gaz à la même valeur que la température du bain.

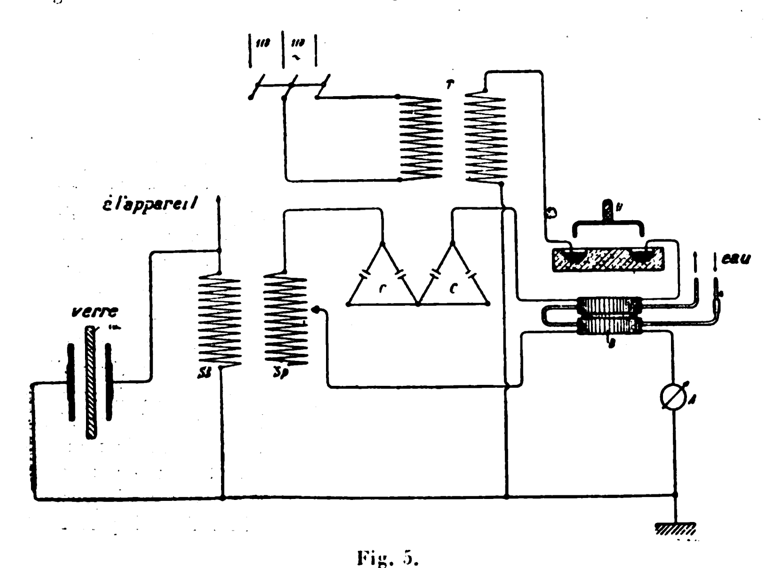


Fig. 5.

Pour déterminer la valeur d'eau du calorimètre, on faisait passer dans la résistance de l'agitateur un courant de 0,245 ampère sous 34,4 volts pendant 180 secondes. On mesurait la température avant et après. Pour les 362,5 calories-g dégagées on trouvait une augmentation de température de 0°,358 C. (expériences A), de 0°,347 C. (expériences B) et de 0°,349 C. (expériences C). On en déduit pour la valeur d'eau 1013 calories-g (A), 1045 calories-g (B) et 1039 calories-g (C).

L'installation électrique comprenait : 1° une grosse bobine d'induction avec interrupteur de Wehnelt; 2° un circuit de décharges oscillantes représenté en figure 5. Le courant triphasé à 110 volts et 50 périodes par seconde, de la station centrale, est élevé à la tension de 500 volts par le transformateur T. Dans ce dernier circuit est disposé l'interrupteur U et les pièces de cuivre B refroidies par un courant d'eau et entre lesquelles éclate l'arc. Il se produit des décharges oscillantes dans le circuit comprenant les capacités C et la self-induction S_p. Un circuit secondaire comprenait une bobine S_s et un condensateur à air et à plaque de verre. Une des cornes de la pipette de décharge était en relation avec ce circuit, l'autre corne étant à la terre.

L'interrupteur de Wehnelt donnait environ 500 périodes par seconde et le circuit oscillant environ 100 fois

TABLEAU I.

NUMÉRO de l'essai.	DURÉE de la décharge en secondes.	AzO en milligrammes.		AzO en pour 100.	VITESSE de l'air, en litres, par heures.	CHALEUR en calories-gramme		CHALEUR utilisée en pour 100.	AzO^3H en grammes, par kilowatt-heure.	REMARQUES.
						totale.	par seconde.			
1.....	150	54,6	54,8	0,94	114	1927	12,8	2,04	51,2	A
2.....	180	66,0	66,2	0,95	114	2281	12,7	2,08	52,1	A
3.....	160	64,6	68,4	1,10	114	2269	14,2	2,05	51,4	A
4.....	150	64,6	65,2	1,12	114	2247	15,0	2,07	51,8	A
5.....	170	64,5	70,0	1,07	114	2144	12,6	2,16	54,2	B
6.....	180	74,0	76,0	1,09	114	2503	13,9	2,13	53,3	B
7.....	120	46,0	46,8	1,02	114	1568	13,1	2,11	53,0	B
8.....	180	58,5	55,8	2,01	45	2938	16,3	1,43	35,7	A
9.....	180	62,5	55,2	1,99	45	3143	17,5	1,43	35,7	A
10.....	180	53,0	47,5	2,31	34	2833	15,7	1,35	33,9	A
11.....	180	52,3	48,5	2,35	34	3049	16,9	1,24	31,0	A
12.....	180	53,2	48,5	2,39	34	2933	16,3	1,31	32,8	A
13.....	165	50,0	44,6	2,41	34	2771	16,8	1,30	32,6	A
14.....	180	43,2	41,2	2,01	34	2118	11,8	1,47	36,9	B
15.....	180	45,1	41,3	2,02	34	2216	12,3	1,47	36,8	B
16.....	165	38,5	33,1	1,75	34	1965	11,9	1,41	35,4	B

cette valeur. Le Tableau I ci-dessus (p. 232) est relatif aux essais avec interrupteur de Wehnelt.

Les essais A sont faits avec un seul échangeur de chaleur (valeur d'eau du calorimètre 1013 calories-g) et les essais B avec deux échangeurs (valeur d'eau du calorimètre 1045 calories-g). La première colonne de AzO en milligrammes se rapporte à la détermination directe par titrage avec l'eau de baryte déci-normale et la phtaléine du phénol comme indicateur, du contenu des flacons récepteurs. Dans la deuxième colonne on a indiqué les valeurs calculées indirectement d'après la concentration en produits nitreux dans la pipette, la vitesse d'écoulement et la durée de décharge dans la pipette. La chaleur totale est donnée par le produit de l'élévation de température par la valeur d'eau du calorimètre. Pour calculer la chaleur utilisée en pour 100, on a pris le quotient de la chaleur de formation de AzO trouvé (3e colonne du Tableau) par la chaleur mesurée dans le calorimètre. Comme chaleur de formation de AzO on a pris 21 600 calories-g.

Les essais 17 à 20 résumés dans le Tableau II suivant ont été effectués, toujours à la pression ordinaire, mais avec les décharges à haute fréquence. La valeur d'eau du calorimètre était 1039 calories-g.

Tableau II.

Numéro de l'essai.	Durée de la décharge en secondes.	AzO en milligrammes.	AzO en pour 100.	Vitesse de l'air en litres par heure.	Chaleur en calories-gramme		Chaleur utilisée, en pour 100.	AzO^3H en grammes par kilowatt-heure.
					totale.	par seconde.		
17...........	120	36,5	0,82	112	1352	11,3	1,94	48,7
18...........	180	53,0	0,79	112	1996	11,1	1,91	47,9
19...........	180	38,0	1,91	32	1944	10,8	1,41	35,3
20...........	240	49,7	1,78	32	2546	10,6	1,41	35,3

Comme on le voit, les résultats sont plus mauvais avec la haute fréquence. C'est que les arcs à haute fréquence ont une plus grande intensité et qu'ils sont moins facilement soufflés sous l'action du courant d'air que ceux à fréquence plus faible. La proportion d'air atteinte par les décharges devient alors plus petite et le rendement diminue.

C'est pour la même raison que les essais du Tableau III,

Tableau III.

Numéro de l'essai.	Durée de la décharge en secondes.	AzO en milligrammes.	AzO en pour 100.	Vitesse de l'air en litres, par heure.	Chaleur en calories-grammes.		Chaleur utilisée, en pour 100.	AzO^3H en grammes par kilowatt-heure.
					totale.	par seconde.		
21...........	180	20,7	1,37	34	2352	13,07	0,634	15,9
22...........	240	30,0	1,39	30	3099	12,92	0,698	17,5
23...........	240	31,3	1,36	30	3045	12,69	0,740	18,6
24...........	180	22,0	0,32	115	1910	10,62	0,830	20,8
25...........	180	21,5	0,33	110	1907	10,59	0,812	20,4

effectués avec l'interrupteur de Wehnelt et une pression d'air de 387 à 388 mm de mercure dans la pipette de décharge, donnent un plus faible rendement.

Pour la vitesse de l'air, on a ramené celui-ci à la pression atmosphérique et à la température ambiante. La valeur d'eau du calorimètre était 1045 calories-g (essais B).

Par ces arcs à faible pression, l'arc se tient vers le milieu des cornes et se souffle très mal quoique les points des cornes où ils éclatent ne soient pas fortement incandescents.

On ne peut cependant en conclure que d'une façon générale une diminution de pression est nuisible. Le travail de Haber, Kœnig et Platou a montré en effet que, dans certaines conditions, une diminution de pression est avantageuse.

En comparant les essais faits avec interrupteur de Wehnelt avec les essais antérieurs à bien plus faible fréquence, on peut conclure qu'on obtient sensiblement les mêmes rendements avec des arcs librement développés et bien soufflés quelle que soit la fréquence.

Les mêmes résultats peuvent être obtenus avec les décharges à haute fréquence en améliorant le soufflage.

Les auteurs pensent de même que la diminution de pression est sans influence notable sur le rendement si l'on tient compte des conditions spéciales des essais.

Sur le rendement en oxyde azotique par la combustion de l'air dans les arcs refroidis à courant continu (¹).

Les auteurs ont employé pour leurs essais la disposition représentée en figure 6. L'air aspiré par une pompe à vide traverse un compteur 1, les colonnes desséchantes 2 et 3, le robinet 4, le manomètre 5 et arrive au vase de décharge 6. Il se rend de là à la pipette 8, avant laquelle on peut lire la pression au manomètre 7.

Deux dynamos à courant continu ayant chacune une tension de 3000 volts peuvent être groupées en tension ou en dérivation de façon à donner 6000 volts et 1 ampère ou 3000 volts et 2 ampères. Des ampèremètres A et des voltmètres V permettent les mesures. Pour avoir un arc stable, on dispose dans le circuit une résistance ballast de lampes à incandescence. Pour mesurer la concentration en oxyde azotique, on détermine la quantité renfermée dans le volume v de la pipette et l'on réduit le volume à 0° C. et 760 mm de mercure.

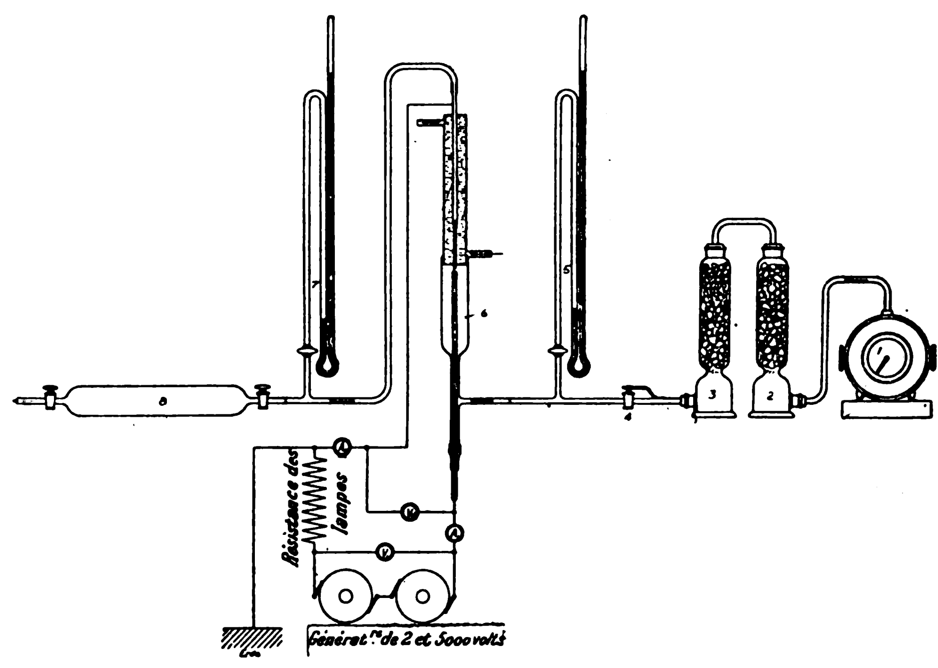


Fig. 6.

Le vase de décharge offre plusieurs variantes, représentées en figures 7 à 10. Dans la figure 8, l'électrode refroidie consiste en un tube de cuivre étroit qui se termine par une partie plus large et est muni d'une enveloppe de refroidissement. Ce tube est scellé à la cire dans le vase de verre qui reçoit l'air. Dans le dispositif de la figure 9, le tube refroidi est tellement raccourci qu'on voit sortir les gaz encore lumineux. Ils forment un rayon verdâtre plus ou moins long qui prend la forme d'un cône pointu quand la pression est élevée et la vitesse gazeuse grande et s'élargit en gerbe derrière l'arc lorsque la pression est faible.

La figure 10 donne la forme d'un arc avec la même disposition, dans laquelle l'électrode chaude n'est pas cathode, mais anode et est située au-dessus du tube capillaire; l'air s'écoule de haut en bas à travers le capillaire. On voit l'arc lumineux traverser complètement le capillaire et trouver de l'autre côté un point où il aboutit sur la paroi intermédiaire du vase métallique refroidi.

Comme électrode non refroidie, qui dans la plupart des cas agit comme cathode, on se sert d'un fil de fer de 2 mm de diamètre, à l'extrémité duquel est fixé un tube de quartz comme protecteur de chaleur. Dans quelques essais, l'espace compris entre la paroi du tube de quartz et le fil de fer était rempli de chaux et de copeaux d'iridium de façon à avoir une électrode conductrice infusible. On diminuait ainsi la pulvérisation d'oxyde de fer; mais cette modification n'avait pas d'influence sur la concentration ou le rendement en oxydes d'azote.

L'écartement des électrodes (en général 2 à 5 mm) était sans influence parce que la longueur de l'arc dans le capillaire était beaucoup plus grande. Cette longueur variait d'ailleurs avec la vitesse de l'air. Dans les dispositifs des figures 7 et 8, la longueur de l'arc ne pouvait pas être connue avec certitude, car l'extrémité de l'arc se perdait dans le tube métallique. De même dans la disposition de la figure 9 l'extrémité de l'arc n'est pas bien définie si l'électrode-baguette est employée comme cathode. Quand on la prend comme anode, on obtient la forme représentée en figure 10, le pôle négatif étant situé de l'autre côté du capillaire.

(¹) W. HOLWECH et A. KŒNIG, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 1er octobre 1910, p. 803.

L'augmentation de l'intensité au-dessus d'une certaine valeur était dans tous les cas suivie d'une diminution du rendement.

Dans les Tableaux qui suivent, V_0 est la lecture du compteur à gaz en litres par heure, ramenés à 0° et 760 mm de mercure; I est l'intensité en ampères; E, la tension à l'arc en volts; IE, la puissance en watts consommée dans l'arc; p est la pression du gaz, avant l'arc, en millimètres de mercure; $\frac{IE}{V_0}$ est une mesure relative de la température à laquelle est échauffé l'air sans refroidissement par l'eau. Le pourcentage de AzO se rapporte au volume. Le rendement est exprimé en grammes de AzO^3H par kilowatt-heure.

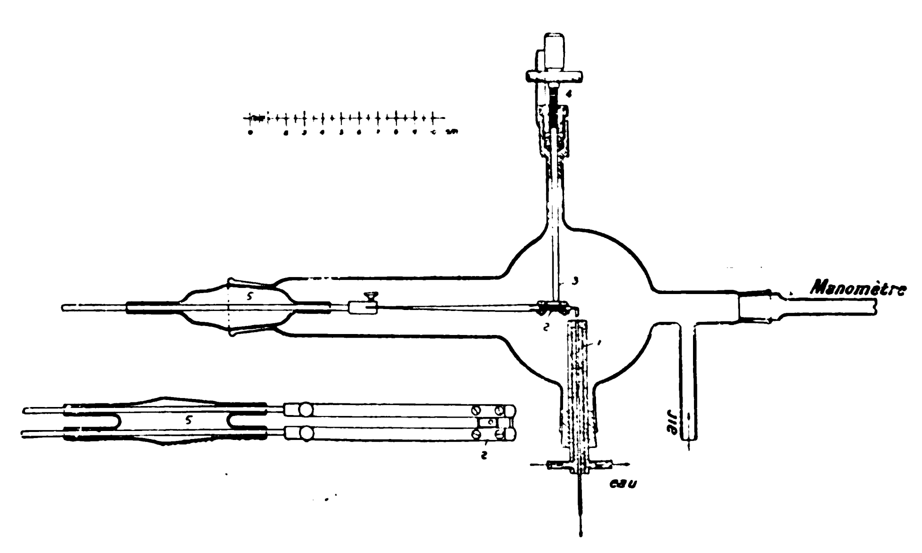


Fig. 7.

Tableau 1.

N°.	V_0.	$I.10^3$	E.	IE.	$\frac{IE}{V_0}$	COURANT DE CHAUFFAGE.			p.	AzO en p. 100.	RENDEMENT.	EN MOYENNE.
						i.	e.	ie.				
1.....	55	150	250	38	0,69	7,8	3,3	25,7	641	1,84	75,3 (45,0)	75,7 (43,4)
2.....	58	155	200	31	0,54	7,8	3,3	25,7	562	1,45	76,0 (41,6)	
3	58	158	240	38	0,65	7,8	3,3	25,7	641	1,78	76,8 (45,8)	
4.....	61	145	225	33	0,54	7,8	3,3	25,7	569	1,40	73,6 (41,4)	
5.....	62	115	260	30	0,48	7,8	3,3	25,7	579	1,28	74,6 (40,2)	
6.....	63	150	250	38	0,60	7,8	3,3	25,7	575	1,67	78,0 (46,5)	

Tableau 2.

N°.	V_0.	$I.10^3$.	E.	IE	$\frac{IE}{V_0}$.	p.	AzO en p. 100.	Rendement.
7....	27	268	180	48	1,77	646	3,60	57,3
8....	28	270	160	43	1,55	645	3,17	57,5
9....	28	180	170	31	1,08	628	2,50	65,0
10....	29	180	160	29	1,00	623	2,45	68,3
					Moyenne..........			62,0
11....	55	185	250	46	0,85	563	2,18	72,5
12....	67	273	230	63	0,94	566	2,34	70,3
13....	107	265	270	72	0,67	566	1,63	68,5
14....	107	270	290	78	0,73	582	1,94	74,3
					Moyenne..........			71,4

Tableau 3.

N°.	V_0.	$I.10^3$.	E.	IE.	$\frac{IE}{V_0}$.	p.	AzO en p. 100.	Rendement.
15....	13	180	100	18	1,35	748	1,87	38,9
16....	17	280	95	27	1,56	627	2,18	39,3
17....	19	250	110	28	1,48	600	2,54	48,1
18....	20	250	100	25	1,26	586	1,74	39,0
19....	29	280	110	31	1,08	590	2,33	60,7
20....	32	280	110	31	0,97	580	1,64	47,7
21....	31	290	170	49	1,60	750	2,96	51,1
22....	44	275	110	30	0,69	565	1,49	60,6
23....	45	450	140	63	1,42	752	2,69	53,4
24....	53	200	170	34	0,64	454	1,22	53,4
25....	60	260	190	49	0,83	522	1,68	57,0
26....	60	260	200	52	0,87	522	1,70	55,0

N°.	V_0.	$I.10^3$.	E.	IE.	$\frac{IE}{V_0}$.	p.	AzO en p. 100.	Rendement.
27....	39	290	180	52	1,34	752	2,98	62,6
28....	44	450	150	68	1,53	752	3,05	55,8
29....	47	455	140	64	1,37	752	3,13	64,3
30....	55	430	160	69	1,26	748	2,77	61,8
				Tableau 4.				
31....	254	385	370	142	0,44	744	1,21	60,8
32....	292	440	330	145	0,50	738	1,18	66,8
33....	495	410	390	160	0,32	738	0,77	67,0
34....	530	425	495	210	0,40	735	0,85	60,1
35....	535	445	410	182	0,34	735	0,78	64,0
36....	540	390	525	205	0,38	735	0,91	67,3
37....	247	700	300	210	0,85	744	1,65	54,3
38....	255	675	310	209	0,82	746	1,59	54,5
39....	244	1470	180	265	1,09	716	1,99	51,5
40....	354	1590	215	342	0,97	740	1,58	45,8
				Tableau 5.				
41....	77	200	200	60	0,78	527	2,13	76,8
42....	82	200	270	54	0,66	496	1,78	75,9
43....	42	820	120	98	2,37	457	4,55	53,9
44....	48	820	150	123	2,55	474	4,00	44,1
45....	71	740	190	141	1,98	527	4,24	60,2
46....	126	760	170	129	1,03	629	1,93	52,6
47....	47	1000	80	80	1,70	485	2,35	38,8
48....	79	1000	120	120	1,53	527	2,95	54,3
49....	79	1000	150	150	1,90	522	3,44	50,9
				Tableau 6.				
50....	266	113	505	57	0,22	712	0,47	62,0
51....	276	117	390	46	0,17	712	0,39	66,6
52....	259	400	270	108	0,42	717	1,03	69,7
53....	1074	350	540	189	0,18	706	0,40	53,2
54....	242	770	330	254	1,05	735	2,04	54,6
55....	282	640	390	250	0,89	742	1,85	59,1
56....	550	640	465	300	0,54	609	0,97	50,5
57....	360	650	525	341	0,95	738	1,96	58,2
58....	157	950	250	238	1,51	735	2,80	51,8
59....	247	1460	250	365	1,48	712	3,04	57,9
60....	483	1120	370	415	0,84	728	1,59	52,0
61....	734	1650	280	462	0,63	717	1,12	50,0
				Tableau 7.				
62....	65	200	270	54	0,90	574	2,30	71,9
63....	61	200	250	50	0,82	562	2,31	79,4
64....	66	200	270	54	0,82	553	2,40	81,9
65....	71	200	280	56	0,79	496	2,30	84,8
66....	53	410	180	74	1,40	576	3,45	69,1
67....	63	405	190	77	1,22	537	3,13	71,8
68....	70	400	200	80	1,15	500	2,67	65,0
69....	93	400	230	92	0,99	568	2,56	72,8
70....	117	400	230	92	0,79	563	2,05	73,0
71....	125	400	225	90	0,72	670	1,70	66,2
72....	146	400	230	92	0,63	729	1,65	73,4
73....	186	400	260	104	0,56	512	1,28	64,3
74....	186	400	250	100	0,54	510	1,34	69,9
75....	47	1000	80	80	1,70	485	2,35	38,8
76....	69	1000	160	160	2,32	504	4,93	59,7
77....	79	1000	120	120	1,53	527	2,95	54,3
78....	79	1000	150	150	1,90	522	3,44	50,9
79....	90	1000	160	160	1,62	500	3,04	52,7
80....	156	1000	160	160	1,02	533	2,12	58,4

N°.	V_0.	$I.10^3$.	E.	IE.	$\frac{IE}{V_0}$	p.	Az.O en p. 100.	Rendement.
				Tableau 8.				
81....	34	370	200	74	2,16	744	3,66	47,7
82....	160	890	180	160	1,00	609	1,53	43,0
83....	240	857	230	197	0,82	744	1,50	51,3
84....	302	490	330	162	0,54	498	1,10	57,4
85....	315	500	305	153	0,49	488	1,13	65,3
				Tableau 9.				
86....	76	100	600	60	0,79	670	1,72	61,4
87....	107	310	640	199	1,86	691	2,55	38,6
88....	121	300	760	228	1,88	660	4,70	70,1
89....	163	505	660	337	2,07	568	4,10	55,7
90....	165	400	740	296	1,79	563	4,00	62,5

Pour de petites vitesses gazeuses l'arc est soufflé incomplètement à travers le capillaire. Le renouvellement des gaz qui se trouvent dans le chemin de l'arc ne survient

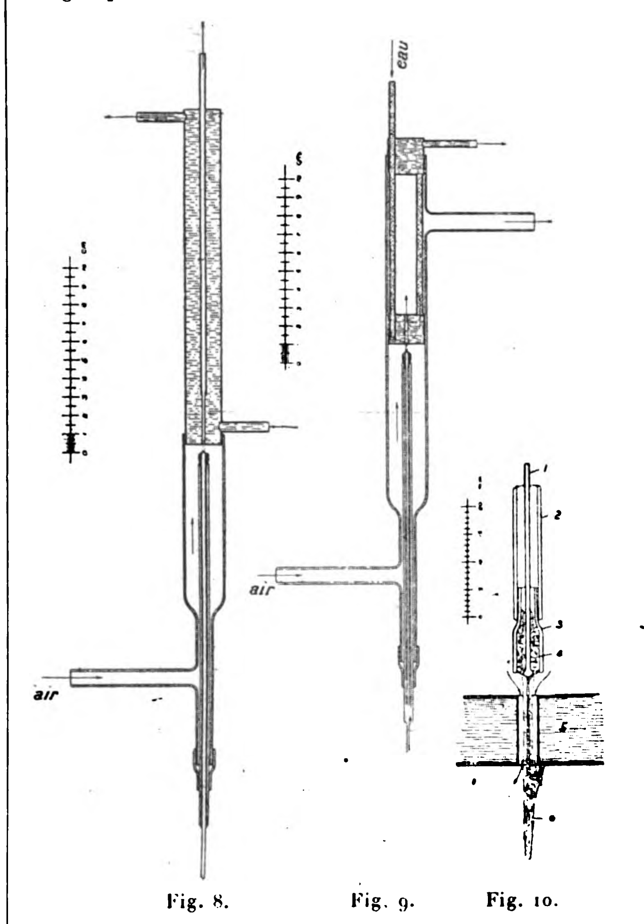


Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

pas assez rapidement, ce qui fait baisser à la fois la concentration et le rendement. Avec les grandes vitesses gazeuses, il passe dans le capillaire une portion d'air inutilisée, ce qui diminue la concentration sans augmenter le rendement. On obtient les meilleures conditions avec le dispositif de la figure 9 quand la vitesse de l'air est telle que l'arc sort nettement de l'extrémité du capil-

laire opposée à l'électrode-baguette. Le jet gazeux verdâtre ressort alors un peu du tube capillaire. Mais ceci ne se réalise pas quand l'électrode refroidie est employée comme cathode.

Le Tableau 1 est relatif au dispositif Holweck (*fig.* 7) avec cathode Wehnelt, capillaire de 0,5 mm, courant d'air allant vers le bas à travers le capillaire. On a porté, en outre, dans ce Tableau, l'intensité, la tension et l'énergie du courant consommé pour le chauffage de la lame d'iridium froide. Dans la colonne du rendement on a mis entre parenthèses les valeurs obtenues en tenant compte de cette dépense d'énergie. La différence est, comme on le voit, très notable.

Dans le Tableau 2 se trouvent les essais faits avec les dispositifs des figures 7 et 8, mais sans chauffage particulier de la cathode. L'appareil de la figure 8 était retourné de 180° de façon à avoir l'électrode-baguette chaude au-dessus et le courant gazeux vers le bas à travers le capillaire de 0,5 mm. On voit que le chauffage particulier de la cathode n'est pas nécessaire puisque les essais 11 à 14 donnent en moyenne 2 pour 100 d'oxyde azotique et un rendement de 70 g AzO^3H par kilowatt-heure. C'est parce que la concentration est plus faible que le rendement des essais du Tableau 1 est un peu supérieur à celui des essais 11 à 14. L'augmentation du rendement avec la diminution de concentration est nettement prouvée par les essais 7 à 10.

Dans les essais de Haber, Kœnig et Platou, le rendement aurait pu atteindre également 75 g AzO^3H par kilowatt-heure si la vitesse de l'air avait été suffisamment augmentée. Dans les essais actuels, en effet, avec un dispositif comparable, on voit que le rendement s'élève de 57 à 74 g quand la teneur en AzO baisse de 3,5 à 2 pour 100.

Les essais résumés dans le Tableau 3 ont été obtenus avec le dispositif de la figure 8 (électrode-baguette chaude en bas). Ils sont moins favorables, l'arc étant en contact moins intime avec la masse gazeuse.

Les Tableaux 4 et 5 sont relatifs au dispositif de la figure 8, mais avec capillaire de 1 mm, courant d'air dirigé vers le haut (Tableau 4) ou vers le bas (Tableau 5). Avec une grande vitesse d'air et une intensité plus élevée, le rendement est encore plus mauvais quand le courant d'air va de bas en haut. Les essais 43 et 45 montrent que le rendement est relativement très bon quand le courant d'air va de haut en bas. Il faut considérer en effet que la concentration est ici très élevée (4 pour 100). On atteint des rendements comparables à ceux des essais du Tableau 1, mais sans chauffage particulier de la cathode, en prenant une intensité plus faible (0,2 ampère), ainsi que le montrent les essais 41 et 42.

Les essais du Tableau 6 ont été effectués avec capillaire de 2 mm, dispositif de la figure 8, courant d'air vers le haut. Ceux des Tableaux 7 et 8 sont relatifs au dispositif de la figure 9, capillaire de 2 mm de largeur et de 2 cm de longueur, courant d'air vers le bas (Tableau 7) et vers le haut (Tableau 8).

Le Tableau 6 montre qu'en augmentant encore la vitesse on diminue la concentration sans améliorer le rendement. Le Tableau 7 renferme les valeurs de rendement les plus élevées (80 g AzO^3H par kilowatt-heure pour une concentration de 2,5 pour 100). Les conditions réalisées seraient applicables industriellement si l'on pouvait éviter l'emploi de la résistance ballast.

Avec les dispositions employées ici, si l'on emploie le courant alternatif au lieu du courant continu, les rendements sont très faibles.

Dans le Tableau 9 sont résumés les essais avec pôles inversés, dispositifs des figures 8 et 9, capillaires de 2 et 3 mm de largeur respectivement et de 2 cm de longueur, courant d'air vers le bas. Les essais 88 à 90 montrent des rendements remarquables pour les concentrations de 4 à 4,7 pour 100. La tension de l'arc est ici plus élevée.

Il résulte de tous ces essais qu'il est possible d'obtenir des rendements particulièrement élevés avec des arcs à courant continu passant dans des tubes métalliques, étroits et refroidis. On peut en conclure également que les températures excessives ne sont pas nécessaires puisque le voisinage immédiat de la paroi métallique froide doit abaisser la température de l'arc. Le phénomène de la formation de l'oxyde azotique dans l'arc est donc avant tout électrique, puisqu'on le favorise en évitant que les actions thermiques ne surpassent les actions électriques.

Quelques recherches sur la formation de l'oxyde azotique dans l'arc sous pression [1].

Ces auteurs ont entrepris des essais avec deux fours différents. Dans l'un, l'arc éclatait dans un tube d'acier recouvert d'une enveloppe à circulation d'eau. Dans l'autre, une circulation des gaz, autour du tube où jaillissait l'arc, permettait d'échauffer préalablement ces gaz. Les essais étaient effectués avec courant continu (deux dynamos de 3000 volts chacune, en tension, avec résistance ballast).

Avec le premier four, les essais étaient effectués à des surpressions de 1 à 20 atm et des vitesses gazeuses de 2940 à 8700 l (à 0° C. et 760 mm de mercure) par heure. Les intensités variaient de 0,55 à 1,50 amp.; les tensions, de de 700 à 2075 volts et les puissances dépensées de 660 à 1650 watts. Le rendement le plus favorable a été de 76 g AzO^3H par kilowatt-heure mais avec une concentration en oxyde azotique de 0,36 pour 100 seulement. La pression atteignait alors 2 atm (surpression de 1 atm). Pour une surpression de 10 atm, dans les conditions les plus favorables, le même rendement n'était obtenu qu'avec une concentration plus faible encore et égale à 0,29 pour 100. Ce rendement tombait à 66 g AzO^3H par kilowatt-heure pour une concentration de 0,73 pour 100. Enfin, en prenant des surpressions de 15 à 20 atm, pour une teneur de 0,3 pour 100, les rendements étaient beaucoup plus faibles.

Avec le four de récupération de chaleur, les résultats obtenus sont indiqués dans le Tableau de la page suivante.

Si l'on se rappelle que les essais de Holwech et Kœnig (nos 64 et 65) ont donné des rendements de 82 à 85 g AzO^3H par kilowatt-heure pour des concentrations de 2,3 à 2,4 pour 100 de AzO, on peut en conclure qu'il n'est pas avantageux d'augmenter la pression, au point de vue du rendement.

(1) F. HABER et W. HOLWECH, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 1er octobre 1910, p. 810.



NUMÉROS.	SURPRESSION en atmosphères.	DURÉE de l'essai, en minutes.	VITESSE gazeuse, en litres, par heure, à 0° et 760 mm.	TENSION de l'arc, en volts.	INTENSITÉ en ampères.	PUISSANCE consommée dans l'arc, en watts.	AzO en pour 100, en volume.	AzO^3H en grammes, par kilowatt-heure.
1.	3	20	2490	1220	0,65	794	0,87	76,6
2.	6	18	2709	1400	0,57	798	0,81	77,2
3.	8	14	2538	1325	0,60	795	0,83	74,4
4.	10	15	2600	1330	0,59	785	0,74	68,8
5.	12	9	2682	1280	0,62	794	0,70	66,5
6.	3	9	2680	1385	0,50	692	0,76	82,8
7.	4	7	2786	1375	0,50	687	0,71	80,9
8.	5	6	2670	1405	0,50	703	0,74	79,0
9.	6	12	2661	1428	0,50	714	0,76	79,6
10.	7	7	2663	1450	0,50	725	0,72	74,3
11.	8	6	2640	1462	0,50	731	0,73	74,1

Sur la formation de l'oxyde azotique par la combustion de l'hydrogène (1).

Haber et Coates ont montré en 1909 qu'il se forme de l'oxyde azotique pendant la combustion de l'oxyde de carbone et ils ont pu obtenir jusqu'à 4 et 5 molécules d'acide nitrique pour 100 molécules d'anhydride carbonique en opérant à une pression supérieure à 5 atm et avec un mélange à parties égales d'oxygène et d'azote. Ce rendement était encore augmenté en chauffant préalablement les gaz.

Le même phénomène a pu être constaté et étudié pendant la combustion de l'hydrogène successivement par Bunsen, Hempel, Finckh, Pier, Salvadori, Liveing et Dewar. L'auteur commence ici par déterminer la valeur limite théorique de la formation de l'oxyde azotique. Entre l'azote, l'oxygène et l'oxyde azotique, il y a équilibre thermique. Dans le calcul, on suppose que les produits nitreux sont comptés comme oxyde azotique et qu'il n'y a pas dissociation de la vapeur d'eau.

Pour évaluer la température maxima à laquelle sont portés les gaz dans la flamme, on considère que la chaleur dégagée par la combustion de l'hydrogène en présence de la quantité théorique d'oxygène est apportée au mélange d'azote et de vapeur d'eau.

La chaleur de formation de la vapeur d'eau en partant de ses éléments est prise égale à 58000 calories-g par molécule. On suppose que les gaz arrivent à 0° C. Pour les chaleurs spécifiques, on prend les valeurs de Pier, soit pour l'oxygène et l'azote $6{,}885 + 0{,}00045\,t$ par molécule entre 0° et t° C. à pression constante; et pour la vapeur d'eau $8{,}05 + 0{,}0005\,t + 0{,}0000000002\,t^3$.

Le gaz résultant de la combustion de l'hydrogène en présence de la quantité théorique d'un mélange à parties égales d'oxygène et d'azote doit renfermer théoriquement 66,7 pour 100 de vapeur d'eau et 33,3 pour 100 d'azote. La chaleur spécifique moyenne de ce mélange est alors par molécule égale à

$$7{,}662 + 0{,}00048\,t + 0{,}0000000000133\,t^3$$

La chaleur disponible pour un volume normal du gaz théorique résultant (22,415 l) est donc de 38667 calories. On en déduit pour la température maxima possible 3018° C.

Dans l'équation d'équilibre

$$K = \frac{(AzO)}{(Az^2)^{\frac{1}{2}}(O^2)^{\frac{1}{2}}}$$

la fraction moléculaire d'oxyde d'azote (AzO) est désignée par y. Celle de l'azote et celle de l'oxygène sont alors

$$(O^2) = \frac{0{,}5x}{1+x} \quad \text{et} \quad (Az^2) = \frac{0{,}33 + 0{,}5x}{1+x}$$

fonctions des molécules d'air en excès désignées par x. Le calcul de y donne

$$y = \frac{\sqrt{0{,}5x(0{,}33 + 0{,}5x)}}{1+x}\,10^{0{,}537 - \frac{4730}{273+t}}.$$

Les figures 11, 12 et 13, qui se rapportent respectivement à l'air Linde, à l'air ordinaire et à l'air enrichi, montrent comment varient théoriquement, en fonction de l'oxygène en pour 100 dans le gaz final, la température en degrés C., la proportion de AzO en pour 100 et le rapport $10^2\frac{AzO}{H^2O}$.

Pour ses recherches expérimentales, l'auteur a employé le dispositif représenté en figure 14. A est la chambre de combustion semblable à celle employée par Haber et Coates dans leurs essais. Mais ici, après l'essai 13, l'appareil était renversé et la flamme brûlait vers le bas. On évitait ainsi qu'une goutte d'eau condensée à l'embouchure du tube de quartz ne vienne troubler la combustion et causer un refroidissement de la flamme. Avant leur complète absorption, les produits nitreux n'étaient en contact avec d'autre métal que le platine.

Cette absorption se faisait dans les deux laveurs B et C constitués chacun par un vase en verre enfermé dans une petite bombe en acier émaillé. Le capillaire en platine qui terminait le cylindre de quartz de la chambre de combustion conduisait directement au premier laveur. Un autre capillaire en platine réunissait les deux laveurs. Ceux-ci renfermaient environ 25 cm³ de lessive concentrée de soude.

(1) A. WOLOKITIN, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 1er octobre 1910, p. 814.

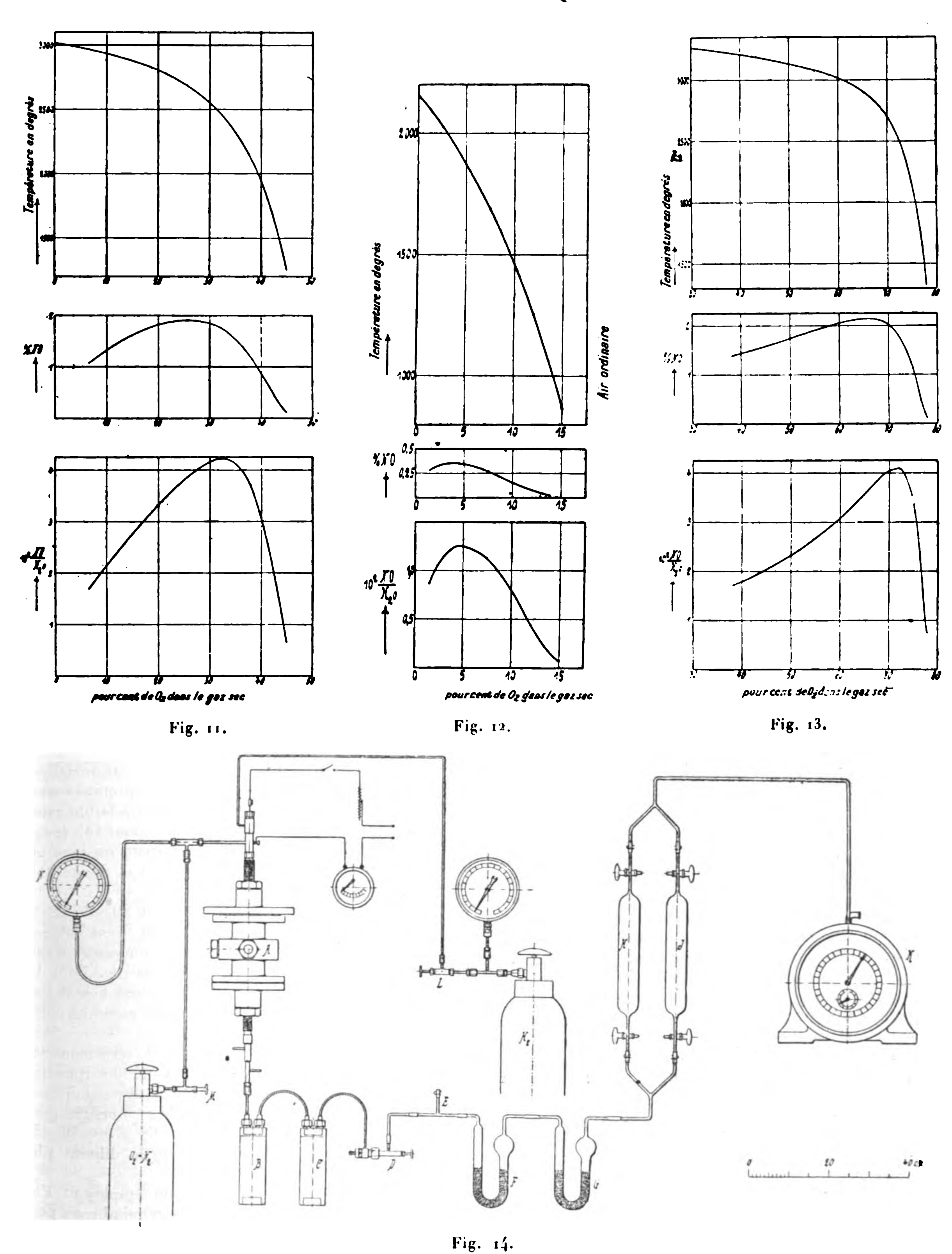


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Après la soupape de réglage D, une pièce en forme de T conduisait à deux tubes en U, F et G remplis de perles de verre imprégnées d'acide sulfurique concentré, destinés à retenir l'eau entraînée. A la suite des tubes en U, une autre pièce en forme de T conduisait les gaz dans deux pipettes H et J de 500 cm³ qu'on pouvait utiliser alternativement. Enfin les gaz traversaient le compteur K.

Au commencement de chaque essai, on chassait l'hydrogène pouvant rester, à l'aide d'un courant d'air en ouvrant la soupape D et le robinet E. Le fil d'allumage était alors porté au rouge par un courant électrique et l'on ouvrait légèrement la soupape L du réservoir d'hydrogène. Celui-ci brûlait en donnant une petite flamme. On fermait alors E et l'on réglait la pression par la soupape D. En ouvrant convenablement L et M, on arrivait à régler en 1 à 2 minutes la vitesse gazeuse (indiquée en K) et la pression (indiquée par le manomètre N) aux valeurs désirées. Pendant l'essai les pipettes H et J se remplissaient des gaz résiduels à deux moments différents et l'on analysait ces gaz. A la fin de l'essai, on fermait L puis M et l'on remplissait encore une pipette de gaz résiduel. On déterminait alors l'augmentation de poids des vases d'absorption et l'on dosait les produits nitreux.

Ce n'est qu'à partir de l'essai nº 7 qu'on employait les deux vases d'absorption suivant la description précédente. Dans l'essai 1 l'unique vase d'absorption était vide; dans l'essai 2 on y introduisait un peu de solution binormale de soude; dans l'essai 3, cette quantité était augmentée; dans l'essai 4, le barbotteur disposé après le vase d'absorption était rempli d'acide sulfurique concentré. On remplaçait ce barbotteur par les tubes à perles de verre à partir de l'essai 10.

Dans l'essai 6 le premier des deux tubes d'absorption ayant été laissé vide et l'autre rempli de la solution de soude, on trouve 85,8 pour 100 des produits nitreux dans le premier et 14,2 dans le second. La disposition employée à partir de l'essai 7 permettait l'absorption complète des produits nitreux dans les deux premiers vases.

A partir de l'essai 13, le réfrigérant était alimenté avec de l'eau. La chambre de combustion a été renversée depuis l'essai 16, de façon à disposer la flamme de haut en bas. En ce qui concerne la grandeur de la flamme, il faut considérer que pour une même consommation d'hydrogène, la flamme devient plus petite, lorsqu'on augmente la quantité du mélange oxygène-azote, car dans ce dernier cas le contact de la flamme avec le mélange renfermant l'oxygène est plus intensif. La figure 15 montre l'allure de la flamme sous pression pour différentes consommations. Dans le dernier essai (nº 29) l'écartement entre le brûleur et le tube de quartz a été augmenté et la flamme est dans ce cas particulièrement grande (*fig.* 15 *d*). Les essais effectués ont donné les résultats du Tableau ci-après.

La première série est relative à l'air ordinaire. L'essai a été fait avec flamme droite, les autres, avec flamme renversée. Le meilleur rendement (essai 16) ne donne encore que 30 pour 100 du rendement théorique, tandis que Haber et Coates ont atteint avec l'oxyde de carbone le rendement plus élevé de 0,57, dans les mêmes conditions. Mais il faut considérer que, dans ce dernier cas, la température théorique du gaz est plus haute ainsi que le rendement maximum calculé qui atteint 1,50.

	Numéro de l'essai.	Rendement $10^2 \cdot \frac{AzO}{H^2O}$ trouvé.	Rendement $10^2 \cdot \frac{AzO}{H^2O}$ maximum.	Surpression en kg par cm².	Hydrogène en litres, par heure.	x.	AzO en p. 100.
1re série.	4...	0,16	1,26	19	8,2	0,82	0,03
	24...	0,20	1,26	44	48,0	0,24	0,06
	22...	0,28	1,26	20	18,0	0,82	0,05
	16...	0,34	1,26	40-60	20,5	1,51	0,05
2e série.	19...	0,05	4,22	2	8,7	1,36	0,01
	14...	0,78	4,22	15	5,0	1,38	0,22
	18...	1,30	4,22	8	12,7	3,33	0,20
	1...	1,41	4,22	12	8,2	1,69	0,35
	2...	1,77	4,22	11	9,1	1,47	0,48
	10...	2,06	4,22	18-51	11,7	3,46	0,31
	12...	2,16	4,22	30	10,0	6,43	0,18
	3...	2,26	4,22	25	7,0	1,74	0,55
	15...	2,32	4,22	20	12,6	12,64	0,11
	11...	2,31	4,22	40	9,6	4,25	0,30
	17...	2,37	4,22	47	15,5	3,72	0,53
	6...	2,38	4,22	50	12,5	7,97	0,18
	27...	2,47	4,22	40	10,7	10,68	0,14
	13...	2,51	4,22	40	10,0	3,98	0,34
	26...	2,55	4,22	45	61,8	1,17	0,78
	5...	2,58	4,22	22	11,5	4,73	0,30
	25...	2,65	4,22	45	73,5	1,21	0,80
	8...	2,86	4,22	45	9,4	4,50	0,35
	28...	2,86	4,22	23	80,3	0,89	1,01
	29...	2,91	4,22	15	129,6	0,85	1,05
	20...	3,02	4,22	14	17,9	2,13	0,64
	21...	3,12	4,22	20	27,1	1,27	0,91
	7...	3,13	4,22	50	11,7	4,89	0,35
3e série.	23...	2,32	4,10	20	27,2	3,1	0,49
	9...	2,58	4,10	40	12,8	4,96	0,39

La deuxième série d'essais se rapporte à un mélange à volumes égaux d'oxygène et d'azote. Les premiers essais (nº 19) montrent que le rendement reste très faible quand on travaille à faible pression. A 9 atm (essai 18) le rendement est encore bas. L'essai 14 apprend qu'avec une faible consommation le rendement reste bas même pour une surpression de 15 kg : cm².

Les essais 7 et 8 (flamme directe) et 20, 21, 28, 29 (flamme renversée) apprennent qu'on peut obtenir 3 molécules d'acide nitrique pour 100 molécules d'eau, c'est-à-dire de l'acide nitrique à 10 pour 100. Dans les mêmes conditions on peut, obtenir avec l'oxyde de carbone, 4 à 5 molécules d'acide nitrique pour 100 molécules d'eau.

Les six derniers essais de cette deuxième série montrent que le rendement varie peu en fonction de la surpression entre 14 et 50 kg : cm² et qu'il est également peu influencé par le mélange variable d'air (valeur de x). Lorsque, pour une partie de gaz théorique résultant, il y a plus de 0,85 partie d'air Linde, le mélange n'agit qu'en diluant plus ou moins.

Dans la troisième série d'essais, on employait l'air enrichi; mais les essais ne sont pas assez nombreux pour tirer des conclusions quant à l'influence d'une teneur plus grande en oxygène.



En résumé, la combustion de l'hydrogène sous pression engendre, comme celle de l'oxyde de carbone, la production de produits nitreux. On peut obtenir 3 molécules d'acide nitrique pour 100 molécules d'eau, soit de l'acide nitrique à 10 pour 100. Le rendement augmente avec la pression jusque vers 16 atm; les pressions supérieures

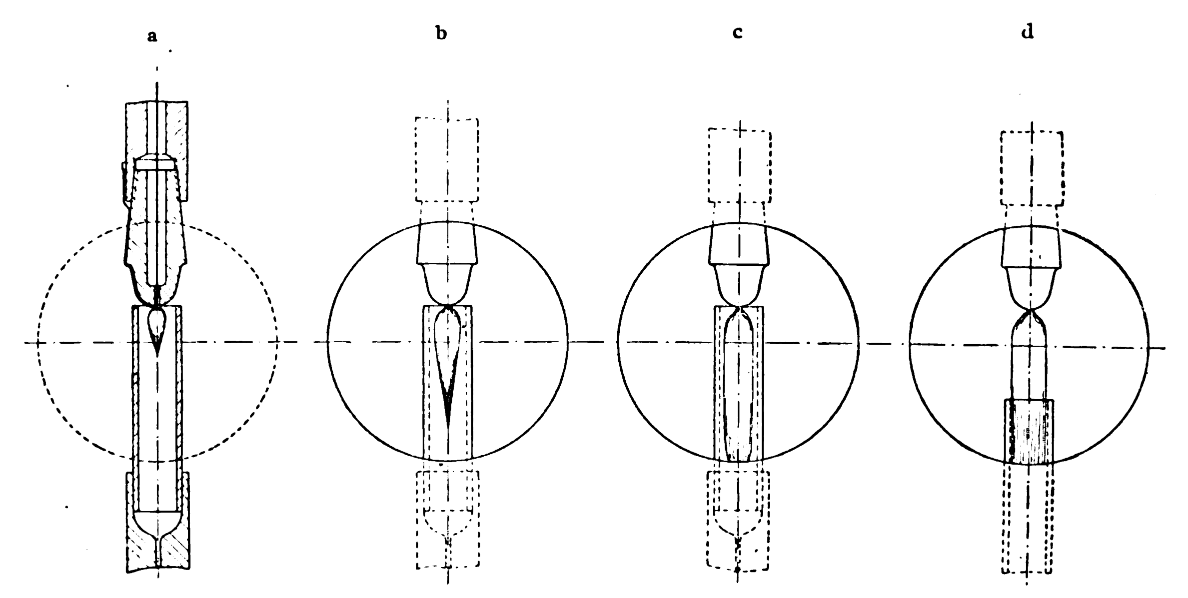


Fig. 15.

n'exercent plus d'influence. L'air Linde donne un meilleur rendement que l'air ordinaire; mais l'air enrichi ne se comporte pas différemment de l'air Linde.

Si les rendements obtenus sont inférieurs à ceux calculés, c'est que la température calculée est un maximum qu'on n'atteint pas en réalité. Il peut aussi y avoir une incertitude sur les chaleurs spécifiques. Si celles-ci sont supérieures aux valeurs de Pier, la température maxima calculée devient plus faible.

L. J.

ÉTAIN.

La réduction des scories d'étain au four électrique (1).

La Riverside Metal Refining C°, de Connellsville, Pa., a adopté le chauffage électrique pour le traitement des déchets d'étain, par suite du fait que la chaleur peut être appliquée à l'intérieur de la scorie qui reste sur le fond des fours du type à cubilot; de la sorte, les déchets sont ramenés à la surface de la scorie, au lieu d'être mélangés avec elle comme cela se passe dans les fours ancien type.

Les déchets sont ainsi maintenus en contact avec la scorie seulement à la zone de réduction. Les gaz libérés filtrent à travers les déchets, tandis que les parties d'oxyde d'étain volatilisé se condensent dans la zone moins chaude des déchets qui sont au-dessus de la scorie.

Les globules d'étain produits par la fusion passent dans la scorie où ils laissent leurs impuretés, de sorte que le métal résultant ne demande que très peu de raffinage ultérieur. La mise en marche de l'opération se fait par rapprochement de l'électrode supérieure (mobile) qu'on met en contact avec celle inférieure qui est fixe; la scorie introduite en petite quantité fond, puis l'électrode supérieure est élevée jusqu'à ce qu'on ait ajouté la quantité suffisante de scorie. On charge alors les déchets mélangés d'une proportion convenable de carbone réducteur; et l'étain-métal produit est coulé du fond de temps en temps. Les pertes sont estimées inférieures à 0,25 pour 100 avec une teneur moindre que 1 pour 100.

La production de métal varie naturellement avec les teneurs des déchets traités; sa moyenne est de 1100 kg par jour. L'installation de la Société susdite comprend 2 fours, en série, ayant 50 cm de diamètre et 200 cm de haut, avec 2 transformateurs de 50 kilowatts. L'opération consomme environ 44 kilowatts; il est nécessaire de garder un ampérage aussi constant que possible, le voltage variant de 80 au début à 45 ou 50 vers la fin où la scorie est moins réfractaire par suite de la combinaison du fer et du zinc des déchets et de la scorie. Les fours ne sont réparés que tous les 3 ou 4 mois.

(1) R.-S. Wile. Communication au meeting de Chicago de l'American Electrochemical Society (*Metallurgical and Chemical Engineering*, t. VIII, nov. 1910, p. 629, et *Journal du Four électrique*, 1er janvier 1911, p. 564).

MESURES ET ESSAIS.

APPAREILS DE MESURE.

Les instruments électriques anglais à l'Exposition de Bruxelles [suite (1)].

II. OSCILLOGRAPHES. — *Oscillographes de Duddell* (2). — Trois types d'oscillographes de Duddell sont construits, notamment (*fig.* 9 et 10) :

Type 1. — Ce type a la plus courte période propre de vibration (environ 1/10000 sec) et est donc employable pour la haute fréquence, le travail de recherche, les circuits téléphoniques, etc. Il est tout à fait précis pour toutes les fréquences supérieures à 300 par seconde environ. Les vibrateurs, avec les miroirs qui y sont attachés, sont fixés côte à côte, dans une pièce en laiton formant bain d'huile, entre les pièces polaires massives en acier d'un puissant électro-aimant excité par un circuit à 100 volts ou par un circuit à 200 volts. Le bain d'huile contient un thermomètre. Une lentille plan-convexe, de 50 cm de longueur focale, est fixée dans le bain d'huile devant les miroirs des vibrateurs. Cette lentille T est légèrement inclinée, comme dans les figures 9 et 10, de façon à éviter le trouble dû aux réflexions sur sa propre surface.

La distance normale des miroirs des vibrateurs à

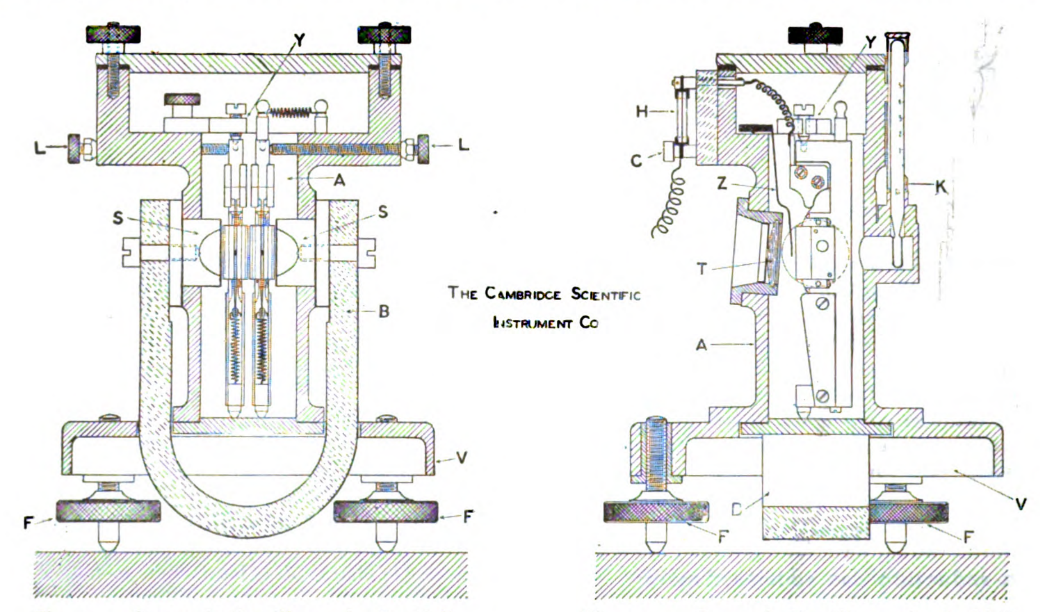


Fig. 9. — Coupe de l'oscillographe Duddell. Vue de face.

Fig. 10. — Coupe de l'oscillographe Duddell. Vue de côté.

l'échelle ou à la plaque photographique est de 500 cm et, à cette distance, une déviation convenable de 3 à 4 cm est obtenue, de part et d'autre du zéro, avec un courant efficace à travers les vibrateurs de 0,05 à 0,1 ampère suivant la forme de l'onde.

Type 2. — Cet instrument a une plus grande période propre de vibration (1/3000 sec) que le type 1 et n'est donc pas capable de suivre avec sûreté les formes d'onde d'une telle fréquence; mais il oscille suffisamment vite pour suivre les formes d'onde de fréquences ordinaires. En même temps, il est beaucoup plus robuste, plus commode à réparer, et plus portatif, ce qui est dû au fait que le champ magnétique est produit par un aimant permanent. Ceci rend aussi l'instrument très commode pour l'emploi sur des circuits à haute tension sans mise au sol, ce qui est dû au fait qu'aucun courant continu n'étant nécessaire pour l'excitation, l'instrument est bien plus aisément isolé que les autres types. On peut ainsi le fournir isolé pour 50000 volts.

Les figures 9 et 10 montrent des sections de ce type d'oscillographe. L'aimant permanent B est pourvu de pièces polaires d'acier, S, S, entre lesquelles les vibrateurs sont fixés dans un bain d'huile. Le tout est fixé sur la base V, et les vis calantes F, F, F sont ajoutées.

Les types 1 et 2 peuvent être employés avec une chambre photographique à plaque tombante ou une chambre cinématographique.

Type 3. — Ce type a été spécialement imaginé pour

(1) *La Revue électrique*, t. XV, 24 février 1911, p. 200.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 502 et 748, *Electrician*, t. XXXIX, p. 636.

l'enseignement et les démonstrations dans les cours. Des formes d'onde ayant une amplitude totale de 1 m peuvent être montrées sur un écran.

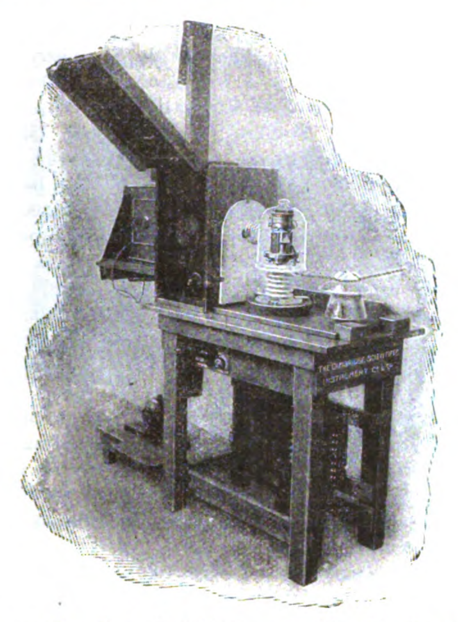


Fig. 11. — Vue d'une installation complète d'oscillographe.

A cet effet, l'ensemble du système suspendu a des dimensions beaucoup plus grandes que l'un des types 1 ou 2, et demande d'ailleurs un bien plus fort courant.

La distance normale de l'échelle pour les projections est de 3 m, distance à laquelle la déviation de chaque côté du zéro peut être de 50 cm. Le courant efficace maximum dans les vibrateurs ne dépasse pas 0,5 ampère. Chaque boucle vibrante est faite comme une unité complète, ces boucles étant séparément amovibles et interchangeables. Chaque instrument porte deux de de ces unités. Le même électro-aimant est employé pour les types 1 et 3.

On voit dans la figure 11 l'ensemble d'une installation d'oscillographe.

Oscillographe Irwin à fil chaud (1) (*fig.* 12). — Dans cet instrument la fréquence naturelle est de 6000 environ en employant un grand miroir. L'amortissement (électrique) ne dépend pas de la température, et le miroir n'est pas plongé dans de l'huile. On peut diminuer ou supprimer l'amortissement de façon que les harmoniques élevés puissent être montrés.

Le principe ingénieux sur lequel repose le fonctionnement de cet instrument est montré dans le diagramme (*fig.* 13).

Deux fils fins ayant chacun une résistance de 7 ohms environ sont traversés par le courant d'un élément, B, d'environ 0,4 ampère, en intercalant dans le circuit des résistances égales, R_1. Superposé à ce courant, un courant alternatif de 0,3 ampère environ passe de C à F, de façon à diminuer le courant d'un côté et à l'augmenter de l'autre. En mettant une tension sur

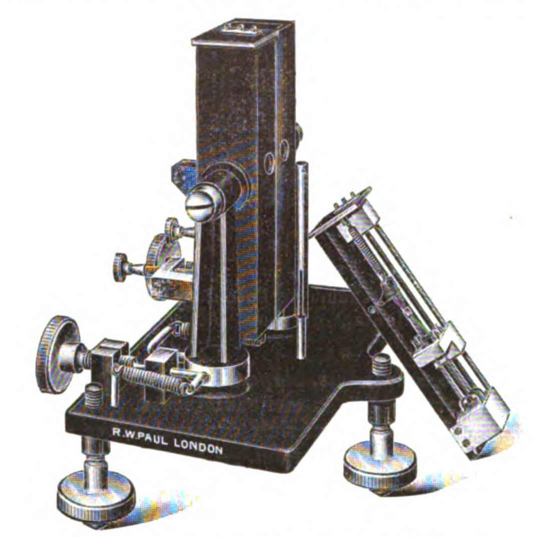


Fig. 12. — Oscillographe Irwin à fil chaud.

les fils, en leur centre, dans une direction normale à leur longueur, une déviation d'un petit miroir fixé aux centres des deux fils se produit par suite de la différence des allongements des fils, provenant de la variation de température occasionnée par les courants augmentés et diminués. Les fils sont plongés dans de l'huile, presque jusqu'au miroir.

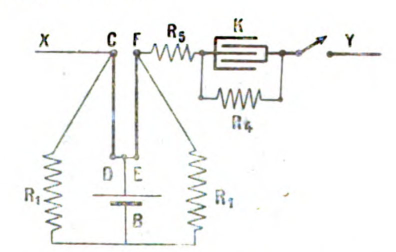


Fig. 13. — Schéma de l'oscillographe Irwin.

La partie caractéristique de l'instrument réside dans le condensateur K et la résistance R_4, intercalés dans le circuit. Ces parties compensent le retard thermique de l'appareil.

Une autre résistance, R_5, règle l'amortissement et est variable ou peut être supprimée.

L'équipement complet consiste en :

Un oscillographe double, indiquant simultanément deux formes d'onde;

Un condensateur et une résistance, K, R_4, se convenant pour une tension de 250 volts;

Une résistance d'amortissement, R_5, réglable de 10 à 500 ohms;

Un shunt inductif pour des ondes de courant; 3 échelles de 2 à 25 ampères (*fig.* 14, S. R. P.);

Un régulateur pour le shunt inductif;

(1) *Journal Institution of Electrical Engineers*, t. XXXIX, p. 617.

Un appareil photographique instantané à 8 châssis et avec dispositif pour le déplacement de la plaque,

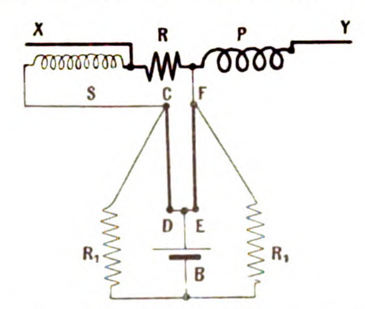


Fig. 14. — Schéma de l'oscillographe Irwin Montage du shunt inductif.

à une vitesse convenable, perpendiculairement à la direction du mouvement de la tache lumineuse.

III. Électrodynamomètres et wattmètres. — *Dynamomètre à pivot unique de Paul.* — Le dynamomètre est construit avec une petite bobine montée sur pivot de la même façon que celle des instruments à courant continu, complètement enveloppée par deux bobines fixes, et tournant dans un espace sphérique ménagé en leur centre. Il donne une déviation de toute l'échelle

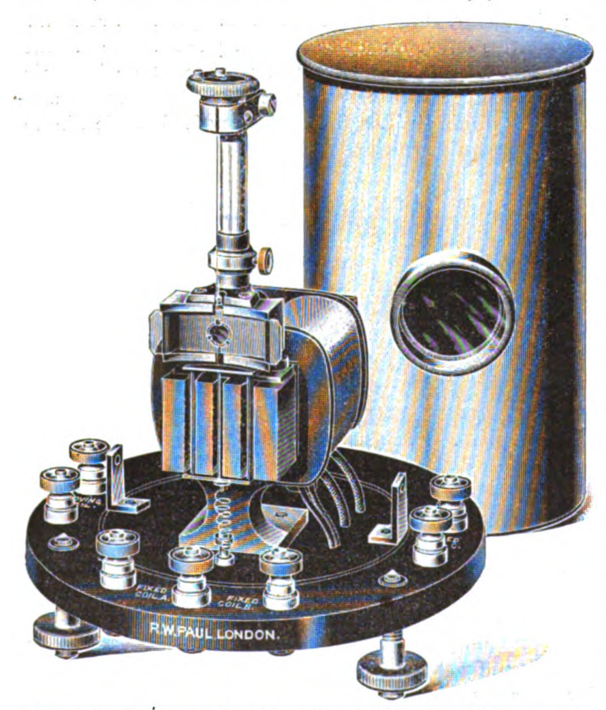


Fig. 15. — Électrodynamomètre à réflexion de Sumpner.

pour 0,005 ampère ou 0,5 volt, et il peut être aussi employé comme wattmètre, étant particulièrement adapté aux mesures de consommation des lampes à filament métallique. La bobine est déplacée de son pivot quand on le désire.

Comme la grande sensibilité permet d'employer une grande résistance en série avec le circuit de tension, l'appareil peut servir de détecteur de quadrature exact et dans tous les cas peut permettre de mesurer de faibles puissances.

Électrodynamomètre à réflexion de Sumpner. — C'est un instrument du type à bobine mobile, étudié pour l'emploi avec des courants alternatifs (*fig.* 15).

L'électro-aimant feuilleté possède deux bobines à fil fin, A, B, de 2000 tours, enroulées sur lui, chacune d'elle prenant 1000 volts et une troisième bobine, C, de 200 tours, pour emploi avec de bas voltages. Le flux produit par ces bobines dans l'espace occupé par la bobine mobile est proportionnel au voltage appliqué et en quadrature avec lui.

La bobine mobile est alimentée par la même source ou par l'une des autres bobines et par l'intermédiaire d'un condensateur, produisant ainsi un flux de courant en quadrature, avec un décalage de phase de 180° sur le flux magnétique, de sorte que la déviation est proportionnelle au produit du carré du voltage par la capacité du condensateur. Si l'on emploie la bobine à bas voltage, la tension pour le circuit du condensateur doit être transformée en utilisant les bobines à fil fin pour l'alimenter.

Par exemple :

	Capacité en microfarads.	Volts pour 10 mm.
Volts sur C, condensateur sur AB...	5	0,005
— C, — C ...	2,5	0,031
— AB, — AB...	1	0,22
— AB, — C ...	0,1	3,1

La sensibilité peut être accrue en réunissant les bobines à une source d'énergie séparée, à 100 ou 200 volts. Par ce moyen, on peut déceler moins d'un microvolt.

L'instrument permet la mesure de grandes et petites capacités jusqu'à 0,00005 mfd. Il peut être employé pour des applications telles que la détermination de la résistance effective d'un conducteur placé en série avec une résistance semblable de propriétés connues.

Au moyen de transformateurs d'intensité en quadrature il peut être utilisé comme wattmètre, et, employé de cette manière, il pourra mesurer de très petites puissances.

Wattmètre de précision Duddell-Mather [1]. — Cet instrument a été étudié pour la mesure de la puissance dans les circuits à courant alternatif avec la plus grande exactitude qu'on puisse atteindre. Il est établi pour être aussi exact que possible pour de bas facteurs de puissance. Ces avantages ont pu être obtenus par l'élimination de toute partie métallique inutile, en toronnant les conducteurs et en rendant l'appareil astatique.

L'instrument est, du reste, à lecture directe. Par la disposition du circuit de courant en 10 parties, qu'on peut monter en tension ou en parallèle, chaque type permet des mesures précises de courants dans une grande étendue.

[1] Drysdale, *Wattmètre à torsion* (*La Revue électrique* t. XI, 15 juin 1909, p. 431) ; *Sur la théorie du wattmètre électrodynamique* (*La Revue électrique*, t. XIV, 15 juillet 1910, p. 32).



La lecture se fait en équilibrant le torque électrique de la bobine mobile par l'action d'un ressort-spiral, actionné par un disque, placé au sommet, qui est divisé en 500 parties (*fig.* 16).

Pour les grands facteurs de puissance on emploie $\frac{1}{100}$ d'ampère dans le circuit de tension; on peut cependant augmenter 10 fois ce courant pour les bas facteurs de puissance, de façon à obtenir la déviation maximum (un tour du disque) pour un facteur de puissance de $\frac{1}{10}$.

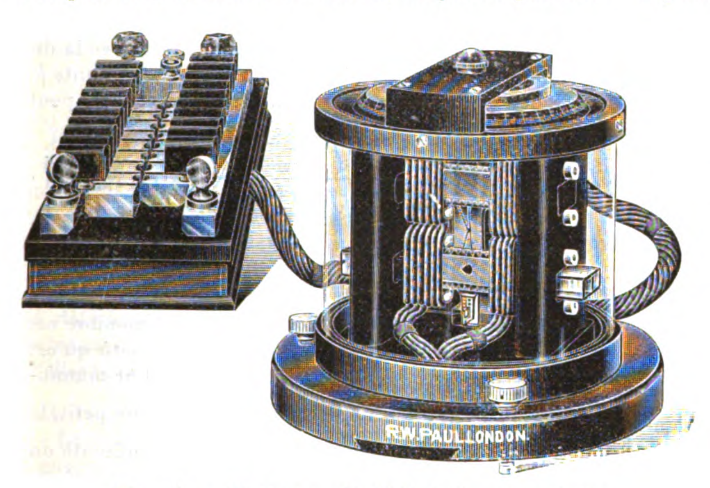


Fig. 16. — Wattmètre Duddell-Mather et sa boîte de résistances additionnelles.

Un trait caractéristique de grande importance consiste en la détermination de l'erreur causée par la self-induction de la bobine mobile, qui devient sensible pour de très petits facteurs de puissance. Ce dispositif se compose d'une bobine additionnelle de self-induction égale à celle du circuit de tension de l'instrument (5,7 millihenrys); cette bobine peut être intercalée dans le circuit par un conjoncteur sans changer la résistance. En soustrayant la différence de lecture ainsi occasionnée de la lecture initiale, l'erreur instrumentale provenant de cette cause est éliminée.

L'instrument possède 10 circuits supportant chacun 10 ampères. Il est fabriqué, dans d'autres types, pour 1 ampère et pour 0,1 ampère; et aussi avec isolement pour les opérations à 10000 volts.

La boîte de résistance Duddell-Mather, subdivisée, à inductance et capacité négligeables, est construite avec du fil de résistance à guipage de soie; celui-ci est tissé avec des fils de soie pour l'amener à former une toile continue de 20 cm de largeur environ, et de n'importe quelle longueur, suivant la résistance voulue. Il est monté ensuite sur des isolateurs, et, ainsi qu'il est nécessaire, l'on raccorde ses extrémités aux bornes.

Ce dispositif possède des résistances convenant à des tensions de 125 et de 250 volts, qui peuvent supporter 0,01 et 0,1 ampère; il est aussi muni d'une bobine additionnelle de 5,7 millihenrys, qu'on peut employer, comme on l'a dit ci-dessus, pour obtenir la correction provenant de l'inductance de la bobine de tension du wattmètre.

Ces instruments ont été construits, avec isolement par l'huile, pour des tensions atteignant 25000 volts.

Wattmètre breveté de Drysdale (1). — Ce wattmètre consiste en une bobine mobile du modèle *Ayrton-Mather* se déplaçant dans un champ magnétique. La bobine mobile est réunie à la tension du circuit par une résistance non inductive (placée en série); et les bobines de courant ou série étant enroulées sur des tôles de fer doux produisent le champ nécessaire (tôles Stalloy).

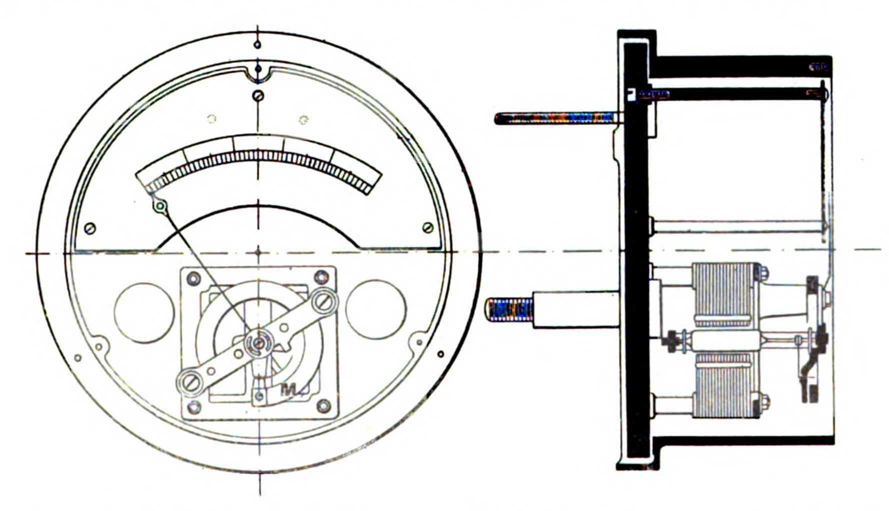


Fig. 17. — Wattmètre Drysdale à fer doux. Vue de face et coupe transversale de côté.

Ce type de wattmètre donne des résultats précis, particulièrement avec les courants alternatifs; il possède

(1) *Electrician*, 10 décembre 1909, p. 358; *Revue électrique* 1909, p. 431.

l'avantage d'être exact sur des circuits de faible facteur de puissance. Il est apériodique, étant disposé avec un amortisseur à air. L'instrument est monté dans des boîtes rondes, de 20 cm de diamètre et recouvertes de cuivre ou de nickel (*fig.* 17).

Pour que le flux total diffère du courant total d'un angle β assez faible il faut diminuer le courant de perte du noyau relativement au courant magnétisant, ce qui peut être effectué en employant du fer plus doux et en introduisant un espace d'air dans le circuit magnétique. Dans le cas de tôles Stalloy, le rapport de la longueur dans le fer à la longueur de l'entrefer est 4,380 β, c'est-à-dire, pour $\beta = 0°,12 = 0{,}002$ radian, 8,76.

L'avantage du fer est d'augmenter le torque. On peut obtenir un torque de 0,75 g-cm avec un courant de 0,02 ampère, la perte totale dans le circuit dérivé étant seulement de 2 watts à 100 volts.

Wattmètre-dynamomètre de Nalder Bros. et Thompson. — Ce type se compose d'une bobine fixe et d'une bobine mobile, la première étant traversée par le courant et la dernière étant réunie à la tension du circuit; il est aussi disposé avec un amortissement à air.

Ce type d'instrument peut être employé indifféremment pour les courants continus ou alternatifs, est indépendant de la période ou des erreurs dues à la forme de l'onde, et est bien portatif. On voit un exemple de cette disposition dans le *wattmètre pour essais de lampes* (*fig.* 18), instrument construit dans le but de déterminer aisément la puissance consommée par les lampes à incandescence. Un support de lampe et un fusible sont disposés dans la boîte et la puissance consommée est lue directement en watts sur l'échelle. Ces instruments sont généralement réalisés pour deux tensions et permettent de lire jusqu'à 100 watts environ avec la plus haute tension.

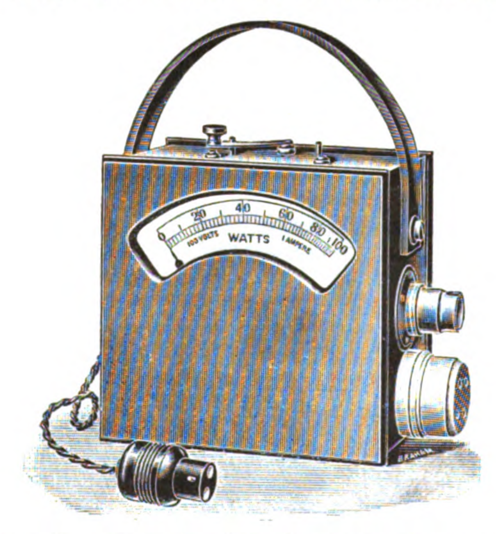


Fig. 18. — Wattmètre de Nalder Bros. et Thompson pour essais de lampes.

(*A suivre.*) A. CHÉNEVEAU.

Appareil très sensible pour mesurer les variations de la composante horizontale du champ magnétique terrestre (¹).

Si l'on dispose l'un au-dessus de l'autre deux aimants identiques, horizontaux, mobiles autour d'un même axe vertical passant par leur milieu, la formule qui relie l'intensité H de la composante horizontale du champ magnétique, l'angle α que chaque aimant fait avec la direction de ce champ, la distance verticale des aimants h, leur longueur $2l$ et leur moment magnétique M, peut s'écrire

$$8\,l^3\,\frac{H}{M} = \cos\alpha\left[\frac{1}{\left(\frac{h^2}{4l^2}+\sin^2\alpha\right)^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{\left(\frac{h^2}{4l^2}+\cos^2\alpha\right)^{\frac{2}{3}}}\right].$$

Si le rapport $\frac{h}{2l}$ est suffisamment grand (supérieur à 2 par exemple), le crochet qui figure au second membre est pratiquement constant. C'est sur cette propriété qu'est fondé le *dygographe* présenté par l'auteur dans une communication du 6 mai 1910. Mais si le rapport $\frac{h}{2l}$ est très petit, la fonction de α qui figure au deuxième membre présente un palier horizontal très étendu, possédant un minimum au voisinage de 49°,5.

Dans l'appareil décrit devant la Société (construit par les Établissements Henry-Lepaute), l'une des aiguilles, de 10 cm de longueur, est portée par un étrier à longues branches verticales en verre, soutenue par un fil de cocon; à l'extrémité supérieure de cette fourche est accroché un deuxième fil de cocon qui supporte un étrier semblable, mais plus court, destiné à soutenir la deuxième aiguille, identique à la première. Les deux étriers portent des miroirs qui renvoient à 45° la lumière qu'ils reçoivent à travers une fente et une lentille. Les deux faisceaux lumineux tombent à 45° sur deux autres miroirs fixes qui forment sur une même échelle deux images de la fente. Ce sont les variations de distance de ces deux images qu'on mesure. Si α varie de 48° à 49°, l'angle des deux faisceaux réfléchis varie de 4°. Sur une échelle placée à 2 m, 1 mm correspond donc à une variation relative du champ égale à 25.10^{-6}. Cette sensibilité a été même dépassée expérimentalement, en s'approchant davantage du minimum de $f(\alpha)$.

Cette position marque la frontière, pour α croissant, de positions d'équilibres instables pour le système des deux aiguilles. L'examen des courbes de $f(\alpha)$, permet d'indiquer un cas simple, numériquement étudié, où l'action directrice d'un champ extérieur uniforme sur un système d'aimants se traduit par des changements d'équilibre *brusques et irréversibles*, les plages d'équilibres correspondant aux valeurs croissantes de α ne coïncidant pas avec celles qui correspondent aux valeurs décroissantes de cet angle. C'est l'image simplifiée de ce qui se passe dans les expériences d'Ewing et dans l'aimantation des corps ferromagnétiques.

(¹) L. DUNOYER, Communication faite à la séance du 18 novembre 1910 de la Société française de Physique.



VARIÉTÉS.

CONSERVATION DES POTEAUX.

Les procédés de conservation des poteaux en bois (1).

Il y a quelques mois à peine, l'Union des Syndicats de l'Électricité mettait cette question à l'ordre du jour, démontrant ainsi l'importance qu'elle avait acquise, durant ces dernières années. L'article de E.-F. Petritsch, où se trouve résumé l'état actuel du problème de la conservation des poteaux, vient donc bien à point.

Ce travail comprend trois parties : Causes et marche de la détérioration du bois; les procédés d'injection; les substances antiseptiques (on indiquera pour chacune d'elles le procédé d'application qui lui convient le mieux).

I. Causes et marche de la détérioration du bois. — Les parties les plus altérables du bois sont la matière ligneuse, les matières albuminoïdes et azotées et principalement la matière azotée et l'albumine de la sève.

Depuis les remarquables travaux de Pasteur, nous savons que la pourriture et la putréfaction ne sont pas uniquement dues à des réactions chimiques, oxydations et réductions, mais qu'elles résultent bien plus de l'activité de certains micro-organismes du règne végétal. Nous sommes donc amenés à penser que l'altération du bois est provoquée par des causes analogues, à la condition toutefois de ne pas nous arrêter aux seuls êtres inférieurs, bactéries, champignons, etc., que nous avons l'habitude de considérer communément comme les agents de la pourriture. En effet, dans la destruction du bois, leur participation est relativement faible; car, d'une part, pour se multiplier, les bactéries exigent beaucoup d'humidité (les liquides constituent leur élément propre); d'autre part, s'ils sont capables d'attaquer la sève des plantes et les sucs s'écoulant des arbres, ils sont sans action sur la partie solide du bois, substance ligneuse, cellulose, pentose. Ce rôle est alors rempli par des parasites végétatifs d'ordre supérieur, les eumycètes, qui sont les grands ravageurs du bois, ordinairement embrassés dans la dénomination générale de xylophages. Ces champignons sont les ennemis nés et irréductibles de tout bois mort, soit laissé dans les forêts, soit employé dans les constructions. Ils demandent peu d'humidité pour leur propagation et recherchent par conséquent le bois insuffisamment desséché qu'ils détruisent ou mieux anémient en lui enlevant les principes nécessaires à leur propre existence; c'est-à-dire que ces cryptogames ne trouvent pas seulement dans le bois leur nourriture, mais encore sont capables d'extraire de sa substance l'énergie indispensable à leur fonction vitale; pour cela, à l'aide de leurs ferments, ils résolvent les composés complexes du bois en leurs éléments, et cette réaction étant exothermique, libère une certaine quantité d'énergie qui est reprise et utilisée par les organismes. La destruction du bois est ainsi une fonction vitale de ces cryptogames, comparable à la respiration dans les plantes et chez les animaux. Ces notions nous permettent maintenant de comprendre les ravages causés par certains d'entre eux; par ceux, par exemple, qui vivent plus ou moins à l'abri de l'air et de la lumière, qui se trouvent sous terre, qui se dissimulent derrière l'écorce des racines; on doit leur attribuer la rapide désagrégation du pied des poteaux enfouis dans le sol. Citons d'après l'auteur quelques uns de ces parasites : le Merulius lacrymans, des polypores de la famille des Vaporarius, les Téléphoracées Coniophora cerebella, les Agaricées et le Paxillus acheruntius.

La partie aérienne des supports n'est pas épargnée non plus; les champignons qui s'y attaquent sont en particulier : le Lenzites sœpiaria, le Lenzites abietina, le Schissophyllum commune, et parmi les polypores, le Polyporus pinicola, le Polyporus vulgaris, le Polyporus annosus et le Polyporus serialis. Leur œuvre de destruction est plus lente et plus cachée, car ils sont biologiquement autrement constitués et se nourrissent, en dehors de la substance du bois, de l'air qui est à leur disposition. Ces champignons se reproduisent par des spores de l'ordre de grandeur des bactéries et leur invasion dans une région revêt presque toujours le caractère d'une épidémie. Non moins redoutable est le mycelium, tissu filamenteux résultant de la végétation des spores et qui ne se localise pas seulement dans les racines des arbres, mais encore se répand dans leur alentour à plusieurs mètres souvent de la colonie proprement dite; on le retrouve dans tous les déchets de bois, dans les meubles. L'infection par le mycelium est particulièrement dangereuse sur les anciennes lignes télégraphiques souvent renouvelées dont le sol est par conséquent déjà souillé de germes destructeurs.

Dans ces conditions c'est une tâche bien difficile d'indiguer les ravages de ces organismes et d'empêcher la chute prématurée des supports en bois. On a cherché à protéger ceux-ci de l'infection du sol en noyant le pied dans des fondations en fer, béton ou autres matériaux; mais ce procédé est cher et, dans tous les cas, d'application trop récente pour permettre de juger de son efficacité. D'ailleurs, nous devons remarquer que dans le transport du lieu d'abatage à pied d'œuvre, les poteaux ont eu mille occasions d'être contaminés et qu'en définitive, avant même d'être installés, on peut les considérer comme envahis par les champignons. La destruction de ceux-ci est une condition absolue de longévité pour les poteaux. Il s'agit donc de trouver un remède capable aussi bien d'intoxiquer les germes de pourriture qui ont pénétré dans le bois que de s'opposer aux attaques ultérieures. *A priori*, on doit rejeter la carbonisation, autrefois

(1) E.-F. Petritsch, Communication à la Société des Électriciens de Vienne, le 9 février 1910 (*Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXVIII, 27 février 1910, p. 173). Quelques renseignements ont aussi été repris dans un article antérieur du même auteur (*E. u. M.*, t. XXV, 10 mars 1907, p. 193) et de R. Nowotny (t. XXV, 1er déc. 1907, p. 927).

très en faveur, et les revêtements extérieurs consistant en un badigeonnage à l'asphalte, à la poix, au ciment et autres substances non douées de propriétés germinicides; en effet, pour nous servir d'une expression populaire, par ces moyens on enferme le loup dans la bergerie. Sont à éliminer également les procédés d'imprégnation par l'huile, la paraffine, la résine ou encore les solutions qui ont pour but de minéraliser les tissus ligneux.

Les substances antiseptiques seules fournissent un palliatif efficace contre l'envahissement de la pourriture. Leur nombre est très grand, mais, comme on le verra plus loin, la pratique en a retenu quelques-uns seulement pour la préservation du bois. Avant de les énumérer et de décrire les procédés d'imprégnation, analysons le mécanisme de la pénétration des liquides antiseptiques dans le bois.

Le bois des conifères (les plus employées sont le pin, le sapin, l'épicéa et le mélèze) est constitué principalement de vaisseaux fibreux parallèles à l'axe que les botanistes désignent sous le nom de trachéides; celles-ci communiquent entre elles et avec les rayons médullaires par les aréoles, membranes minces au travers desquelles se diffuse la sève par osmose. Les substances antiseptiques à incorporer au bois devront suivre le même chemin, qu'il s'agisse d'ailleurs de bois déjà desséché ou de bois fraîchement abattu dont les vaisseaux sont encore gorgés de sève. Dans ce dernier cas, les huiles ne conviennent pas. La partie extérieure de l'arbre est la plus perméable; on l'appelle l'*aubier:* c'est le siège de la circulation de la sève, tandis que le cœur ne participe plus à la fonction vitale de l'arbre. Il se dépose, en effet, dans ses trachéides différentes matières organiques, tannin, terpène, résine qui augmentent sa force, mais qui bouchent les aréoles.

Donc, le moyen de protection le plus efficace pour le bois des conifères consiste dans l'imprégnation complète de tout l'aubier jusqu'au cœur, au moyen d'une substance antiseptique, en quantité convenable. Étant donnée l'épaisseur de l'aubier, il n'y a pas lieu de craindre une mise à nu du cœur par fentes, gerçures ou autres blessures.

II. DIVERS PROCÉDÉS D'INJECTION. — 1. *Procédé Boucherie, par déplacement de la sève.* — Le procédé Boucherie consiste à faire pénétrer par pression le liquide dans le bois de manière qu'il chasse la sève devant lui et prenne sa place. Il s'applique aux arbres fraîchement abattus dont la sève est encore en mouvement, ce qui exige l'installation des chantiers d'injection près des forêts où les arbres sont coupés. L'écorce doit rester entière, adhérente au tronc; sinon, il se produit un dessèchement local de l'aubier et l'imprégnation n'est plus complète. Le dispositif est le suivant : un réservoir placé sur une estrade de 10 m de hauteur est rempli de la solution à injecter (le plus souvent du sulfate de cuivre) et amené, par des moyens appropriés, à l'une des extrémités de l'arbre qui est légèrement incliné. La sève sort d'abord pure, puis mélangée à des proportions de plus en plus en grandes de sulfate de cuivre; il y a aussi des pertes sensibles de matière pendant les manipulations. Ce gaspillage de matière première inhérent au procédé Boucherie est cause de son abandon progressif; le procédé d'ailleurs ne convient qu'aux petites installations, traitant au plus 2000 à 3000 poteaux par an.

2. *Procédé par immersion ou procédé Kyan* (1823). — Les bois secs à traiter sont empilés dans des auges en bois ou béton; puis on y verse le liquide antiseptique. Il faut au moins 10 jours d'immersion pour arriver à une imprégnation suffisante, qui reste, d'ailleurs toujours limitée, aux couches antérieures. C'est Kyan qui le premier a adopté cette méthode pour l'injection du bichlorure de mercure; d'où le qualificatif de « kyanisés » pour désigner les poteaux ayant subi ce dernier traitement. L'aseptisation par immersion peut se faire avec n'importe quel liquide antiseptique. En particulier, M. Nowotny l'a appliqué à l'imprégnation par le fluorure de zinc et l'on a vu une description complète de ses expériences dans un autre article publié dans le numéro du 10 février.

3. *Procédé Bethell par vide et compression en vase clos* (1838). — Les pièces à injecter sont chargées sur des wagonnets qui sont roulés dans de grands cylindres où l'on fait d'abord le vide, afin de chasser l'air et dilater les pores du bois; puis on introduit le liquide et l'on exerce, au moyen d'une pompe foulante, une pression de 1 à 10 ou 15 atm qui le force à entrer dans le bois et qu'on maintient pendant quelques heures. Il ne faut pas exagérer la compression parce que les tissus du bois pourraient perdre de leur résistance. Par ce procédé, l'injection se fait pour ainsi dire à saturation ; son inventeur Bethell l'appliquait exclusivement au traitement des poteaux par la créosote. La quantité de celle-ci absorbée par mètre cube de bois de pin était environ 300 kg, ce qui rendait le coût de l'injection assez cher. D'autre part, beaucoup d'administrations ont reculé devant l'emploi des poteaux créosotés à cause de la malpropreté de leur manipulation. On a donc cherché à remplacer le procédé Bethell dit *à imprégnation totale* par d'autres plus économiques, en partant de cette idée que l'immunisation du bois n'exige pas qu'on remplisse les cellules elles-mêmes, mais simplement qu'on injecte les parois de ces cellules. On ne consommerait ainsi que $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{5}$ de matière première; de plus, celle-ci serait mieux retenue dans le bois, ce qui en rendrait le maniement moins salissant. Ce système exige une grande mise en scène de matériel; une exploitation importante peut traiter jusqu'à 1000 poteaux par jour.

4. *Procédés économiques de Rüpin* et *Guido Rütgers.* — Le principe du procédé Rüpin qui date de 1902, est le suivant : les poteaux introduits dans un cylindre hermétiquement fermé sont soumis à une pression préalable de 4 atm, ce qui a pour effet de garnir les cellules d'air à cette pression puis on injecte la créosote à la pression de 7 atm. L'air de plus en plus comprimé empêche le liquide d'envahir les cellules, de sorte que les tissus circonscrivant ces cellules se trouvent seuls imprégnés. Quand on rétablit la pression ordinaire dans le cylindre, l'air se dilate et entraîne avec lui le liquide en excès. On limiterait ainsi la quantité de créosote à 50 ou 60 kg par mètre cube de bois.

Dans le procédé Guido Rütgers, identique au procédé primitif de Bethell, on arrête la compression quand le bois a absorbé de 100 à 120 kg de créosote par mètre cube; on fait ensuite arriver dans le cylindre de la vapeur surchauffée qui pousse la créosote jusqu'aux dernières couches de l'aubier et en même temps dessèche la surface extérieure des pièces injectées.

5. *Procédé Bréant* (1831), *perfectionné par Légé et*



Fleury-Pironnet. — Il est destiné à l'injection du sulfate de cuivre au cylindre; celui-ci doit être en cuivre rouge et non plus en tôle. Il a 1,50 m de diamètre et 12 m de long. Un des fonds mobile autour d'une charnière permet l'introduction des pièces de bois. Quand le cylindre est plein, on le ferme et l'on y injecte de la vapeur fournie par une machine locomobile. Cette vapeur chasse l'air, chauffe le bois et en dilate les tissus; on fait ensuite le vide dans le cylindre, soit par un jet d'eau froide que la locomobile y injecte, soit en le faisant communiquer avec un condenseur. Après 10 ou 15 minutes de vide, on ouvre un robinet qui met le cylindre en communication avec un réservoir rempli d'une dissolution de sulfate de cuivre. On peut ainsi préparer, par jour, 1600 traverses de chemins de fer ou 600 poteaux télégraphiques.

6. *Procédés divers.* — La thermo-carbolysation, imaginée par Blyte, est une opération dans laquelle on soumet les poteaux à l'action d'un mélange sous pression de vapeur d'eau et d'acide phénique brun (carbol) produits par la chaleur; 150 kg de vapeur d'eau entraînent 2 à 3 kg d'acide phénique brun.

Des procédés plus simples mais certainement insuffisants de préservation consistent à revêtir les supports d'une couche protectrice extérieure soit par carbonisation, soit par goudronnage; l'administration autrichienne poursuit en ce moment des essais par ce dernier système avec deux enduits à base de nitro-phénols « l'Antinonnine » et « l'Antigermine », fabriqués par Fr. Bayer et C°. L'emploi de ces substances fortement antiseptiques donnera peut-être de meilleurs résultats que ceux obtenus jusqu'ici par simple badigeonnage extérieur [1].

Nous donnons ci-contre, d'après E.-F. Petritsch, un Tableau très complet contenant tous les renseignements utiles relatifs à la conservation des bois.

III. Substances antiseptiques. — 1. *Sulfate de cuivre* (SO^4Cu). — Nous mentionnons en première ligne le sulfate de cuivre, non pas comme possédant un pouvoir conservateur intense, mais parce que, jusqu'en ces derniers temps, on l'a employé sur une très grande échelle pour la conservation des poteaux dans toute l'Europe moyenne, Allemagne, Autriche-Hongrie et France. On l'injecte presque exclusivement par le procédé Boucherie qui jouit d'une faveur spéciale à cause de la simplicité et du bon marché des manipulations qu'il exige. Au début, l'application du sulfate de cuivre avait donné d'excellents résultats; la longévité moyenne des poteaux sulfatés s'élevait entre 10 et 15 ans, si bien que, dans les régions où l'on ne pouvait traiter les arbres fraîchement abattus, on n'a pas hésité à construire des cylindres en cuivre rouge pour l'incorporer suivant le procédé Bethell. Cette innovation est due à Légé et Fleuret-Pironnet. Quand on a dû remplacer les premiers poteaux installés dans une terre vierge, leurs successeurs ont été loin de présenter la même durée; car, implantés dans un sol déjà souillé de champignons, ils sont devenus rapidement la proie de la pourriture; cette rapide altération démontrait l'insuffisance du sulfate de cuivre absorbé en même temps que son faible pouvoir antiseptique.

[1] *Voir* E. Henry, *La Revue électrique*, t. X, 30 oct. 1908, p. 311.

En effet, pour intoxiquer une culture de champignons, il faut lui ajouter 4,5 pour 100 de son poids de sulfate de cuivre. Si l'on désire maintenant étendre les résultats de ces essais de laboratoire aux supports en bois, l'immunisation d'un mètre cube où l'aubier entre dans la proportion de 200 à 300 kg, exigera 2 × 4,5 ou 3 × 4,5 kg de cuivre, c'est-à-dire de deux à trois fois plus qu'il est possible d'en faire retenir par les tissus ligneux d'après la méthode Boucherie. Il est vraisemblable que les solutions avec lesquelles on a opéré jusqu'ici sont beaucoup trop faibles pour en espérer un succès certain. Mais l'emploi d'un liquide plus riche en sulfate de cuivre conduit à des frais qui ne permettent plus à ce procédé de lutter avantageusement avec les autres procédés d'imprégnation. On peut donc prévoir à brève échéance l'abandon complet de l'injection au sulfate de cuivre, d'autant plus que le prix de celui-ci augmente tous les jours par suite des débouchés qu'il trouve dans le traitement des vignes.

2. *Chlorure de zinc* ($ZnCl^2$). — Ce préservateur s'injecte indifféremment par le procédé Boucherie ou celui au cylindre; son efficacité ne dépasse pas beaucoup celle du sulfate de cuivre; il en faut 3,5 pour 100 pour tuer les germes d'une culture de champignons. Étant moins cher que le produit précédent, on a la ressource de pouvoir en augmenter la dose; mais néanmoins la proportion d'antiseptique retenue dans le bois demeure toujours inférieure au minimum théoriquement nécessaire pour détruire les parasites. D'après le Tableau, en effet, le pouvoir antiseptique du chlorure fixé par le bois varie entre 1 et 1,7, tandis qu'il devrait être au moins de 2 à 3. En résumé, l'imprégnation ne donne pas de bien meilleurs résultats que celle au sulfate de cuivre.

3. *Bichlorure de mercure* ($HgCl^2$). — L'application du sublimé à la conservation du bois remonte déjà au XVe et au XVIe siècle; il est doué d'un pouvoir antiseptique extraordinairement puissant. Kyan, vers 1823, en a vulgarisé l'emploi en imaginant le procédé d'imprégnation par simple immersion, dans une solution à 0,60 ou 1 pour 100. L'usage a prévalu de désigner cette opération sous le nom de *kyanisation* et les poteaux traités par le bichlorure de mercure sont dits *kyanisés*, en souvenir de l'inventeur de la méthode. Il faut un trempage d'au moins 10 jours pour arriver à une kyanisation efficace. Ni le procédé Boucherie, ni le procédé Bethell ne conviennent à cet antiseptique à cause de sa toxicité et de son action sur les métaux. Il suffit d'ajouter 0,15 à 0,25 pour 100 de sublimé à une culture gélatineuse pour arrêter le développement des champignons; il aurait donc un pouvoir antiseptique de 16 à 30 fois supérieur à celui du sulfate de cuivre. Les dangers que présente sa manipulation obligent les praticiens à n'utiliser que des solutions très étendues, 0,6 à 1 pour 100; en sorte qu'au bout de 10 à 14 jours d'immersion, le bois n'a pas absorbé plus de 0,6 à 1 kg de sublimé par mètre cube. Mais cette faible quantité même est encore 5 fois plus active que 4,5 kg de sulfate de cuivre et, dans tous les cas, encore supérieure au minimum théoriquement nécessaire pour assurer la conservation du bois. Les poteaux kyanisés ont une longévité moyenne comprise entre 13 et 17 ans. Ce procédé est appliqué en Bavière depuis 1870; de même, MM. Himmelsbach frères, de Fribourg, en font usage. Ils préconisent

Tableau contenant quelques substances anciennes et nouvelles destinées à l'injection des poteaux, avec leur pouvoir antiseptique et leur mode d'application.

SUBSTANCES. 1.	INTOXICATION d'une culture gélatineuse par une addition en pour 100 (1). 2.	TENEUR des solutions employées à l'injection en pour 100. 3.	QUANTITÉ d'antiseptique retenue dans les tissus par mètre cube de bois, en kg. 4.	POUVOIR antiseptique de la quantité ci-dessus (2), (celle de SO^4Cu étant prise pour unité). 5.	PERTE d'antiseptique dans l'injection de 1 m³ de bois, en kg. 6.	PRIX de revient approximatif de l'antiseptique nécessaire pour l'injection de 1 m³ de bois. 7.	MÉTHODE D'INJECTION. 8.
Sulfate de cuivre SO^4Cu..	4-4,5	1,5-2	3,5-4,5	1	2,5-3,5	fr 3,6-4,8	Élimination de la sève (Procédé Boucherie).
Chlorure de zinc ($ZnCl^2$).	3,5	1,5-3	3,5-6	1-1,7	2,5-5	2,2-3,9	Élimination de la sève (Procédé Pfister).
Bichlorure de mercure ($HgCl^2$)...............	0,15-0,25	0,75-1,80	0,6-1	4-6	0,05	4-6	Immersion (Procédé Kyan).
Créosote sans phénol.....	5-10 (3)	Non étendue	200-400	20-80	10-20	14-28	Imprégnation totale (Procédé Bethell).
Créosote avec 10 pour 100 de phénol.............	2-4 (4)		100	25-50	5-10	11-13	Procédé économique Rütgers.
			60-70	15-20	2-3	6-7	Procédé économique Rüpin.
Fluorure de zinc acide ($ZnFl^2$, $2HFl$)..........	1-1,1	2,5	5-7	5-7	1-2	6-9	Élimination de la sève (Procédé Boucherie) (7).
		3,5	1,5-3,5	1,5-3,5	0,5-1	2-4,5	Immersion (7).
Fluorure de zinc neutre ($ZnFl^2$)...............	0,75	2-2,5 (5)	4-6	5-7	3-5	6,5-10	Élimination de la sève (Procédé Malenković au fluorure de sodium-chlorure de zinc).
Fluorure de zinc basique ($ZnFl^2O$).............	0,75						
Fluorure de sodium acide ($NaFl$, HFl)..........	1,15		4-6	5-7	0,4-0,5	3,8-5,5	Injection au cylindre (Procédé Möller au fluorure de sodium-chlorure de zinc).
Fluorure de sodium neutre $NaFl$..................	0,75	2,5	5-7	6-9	4-6	5,5-7,8	Élimination de la sève (1).
Bellite fluorure double (6).	0,38	2,25	1,5-3	4-7	0,5-1	2,5-4,8	Immersion (7).

(1) D'après les recherches de B. Malenković.

(2) Comme pouvoir antiseptique unité d'une substance, on prend la quantité exprimée en kg qu'il faut ajouter à 100 kg d'une culture gélatineuse pour tuer tous les ferments, c'est-à-dire que le pouvoir antiseptique unité de SO^4Cu correspond à 4-4,50 kg de cette substance; celui du $HgCl^2$, à 0,15-0,26 kg. Mais ces résultats de laboratoire ne doivent pas être appliqués à la lettre comme représentant le pouvoir conservateur de ces mêmes substances en pratique. Pour obtenir la quantité théorique de désinfectant nécessaire à la conservation d'un mètre cube de bois, l'auteur admet que l'aubier, qui seul doit être injecté, y entre dans la proportion de 200 à 300 kg. Les nombres de la colonne 5 sont les quotients des colonnes 4 et 2.

(3) Pouvoir antiseptique variable avec la qualité; les constituants liquides sont plus efficaces que les solides; par exemple, la naphtaline, l'anthracène.

(4) Le pouvoir antiseptique dépend des phénols qui, employés purs, intoxiquent une culture pour une addition de 0,2 à 0,4 pour 100.

(5) Pour former environ 2 à 2,5 kg du mélange $ZnFl^2 + ZnFl^2O + NaFl, HFl$, il faut 1,75 kg de $ZnCl^2$ + 1,75 kg de $NaFl$; ce mélange a un pouvoir antiseptique équivalent à celui de 2 kg $NaFl$.

(6) Mélange de $NaFl$, dinitrophénol, huile d'aniline; le dinitrophénol est le plus actif; il détruit tous les parasites quand on l'ajoute à une culture dans la proportion de 0,05 pour 100.

(7) Essais d'imprégnation de l'Administration des Télégraphes autrichiens, détaillés dans un autre article.



l'emploi d'une solution composée d'une partie de bichlorure pour 150 parties d'eau; l'état de concentration de la liqueur est déterminé pendant la préparation à l'aide de l'iodure de potassium.

4. *Huile de créosote.* — Elle a été appliquée pour la première fois à la conservation du bois par John Bethell en 1838; ce produit complexe résulte de la distillation du goudron de houille entre 200° et 350° C. et est constitué principalement de phénol et de ses dérivés xylénol $C^6H^3(CH^2)^2OH$, crésol $C^6H^4OHCH^3$, naphtol $C^{10}H^8$, etc. qui lui communiquent précisément son pouvoir conservateur intense. Pour l'injection, la créosote doit être suffisamment claire, ne laisser aucun dépôt et avoir une densité comprise entre 1,05 et 1,10. Tous les corps qui entrent dans sa composition doivent avoir leur point d'ébullition compris entre 200° et 350° C.; on peut juger de sa qualité quand, en la soumettant à un chauffage progressif, il ne passe à la distillation que 2 pour 100 à 200°, 35 pour 100 à 250° et enfin, si l'on pousse jusqu'à 300°, moins de 65 pour 100.

Les bois traités par la créosote suivant le procédé Bethell ont une longévité moyenne comprise entre 20 et 30 ans. Débarrassée de tous les phénols, la créosote arrête déjà le développement des champignons dans un bouillon de culture quand on l'emploie dans la proportion de 5 à 10 pour 100; par conséquent le poids théorique exigé pour la préservation du bois contre la pourriture serait de 30 kg par mètre cube de bois. Cependant, dans l'injection à saturation par la méthode Bethell, on arrive à consommer de 300 à 400 kg de créosote par mètre cube de bois. Cette profusion de matière antiseptique ne se justifie même pas par la préoccupation d'augmenter le coefficient de sécurité, car, avec le temps, la créosote se résinifie et se transforme en une matière solide, inactive; dans tous les cas, elle met les poteaux à des prix prohibitifs. C'est pourquoi les opérateurs modernes ont cherché à limiter la dépense de désinfectant par la création de méthodes dites économiques; dans celle de Rüpin (1902), l'injection se fait avec 60 à 70 kg de créosote, par mètre cube de bois et avec 100 kg dans la méthode de Rütgers-Bethell (1902). La préoccupation d'économiser la créosote se retrouve encore dans les systèmes à injection double; ainsi Bréant fait absorber, par mètre cube de bois, 50 kg de créosote et y superpose ensuite 200 kg d'une solution aqueuse de chlorure de zinc à 1,5 pour 100; Rütgers procède de même, sauf que le chlorure de zinc est remplacé par une solution aqueuse d'acide carbolique (acide phénique brun). La double injection ne s'effectue pas seulement par le vide et la compression en vase clos, mais encore par simple immersion. La méthode Giussani, très répandue en Italie, consiste à plonger les pièces de bois d'abord dans un bain de créosote chauffée à 130° (absorption de 80 à 100 kg), puis dans une solution de chlorure de zinc froide (absorption 200 kg par mètre cube). L'adjonction d'une solution aqueuse aurait pour effet d'assurer une répartition plus régulière de la créosote dans tout l'aubier.

En Amérique, le créosotage des supports se fait aussi par simple trempage; quand on les plonge dans un bain de créosote pure à chaud où ils sont abandonnés jusqu'à refroidissement, on opère suivant la méthode dite « Open Tank »; quand on les soumet successivement à des bains chauds et froids, on opère suvant la méthode dite « Double Tank ».

Il est encore prématuré de donner une opinion sur la valeur économique réelle des poteaux à créosotage limité. Cependant un lot de 47 poteaux installés en 1904 sur la section Brünn-Nezamislitz, particulièrement infestée de champignons, ne présentait encore aucune trace de pourriture en 1906, tandis que, sur 37 poteaux imprégnés au sulfate de cuivre et placés dans la même région, 23, soit 62 pour 100, avaient dû être remplacés.

Avec les procédés économiques tels qu'on les a appliqués jusqu'ici, on arrive bien à une imprégnation suffisante de la tête et du pied des poteaux qui sont les parties les plus exposées à la pourriture et aux intempéries, mais l'injection n'atteint pas toujours les couches profondes de l'aubier voisines du cœur. Ainsi, dans une même cylindrée pour laquelle la quantité de créosote est calculée à raison de 100 kg par mètre cube de bois, on constate que certains poteaux n'ont absorbé que 50 kg par mètre cube, tandis que d'autres en ont retenu jusqu'à 200 kg. Ces divergences dans la réceptivité proviennent des qualités propres de chaque individu, de son degré de siccité, de la structure particulière de sa fibre, etc.

Comme tous les sujets sont indistinctement soumis au même procédé, il n'est pas étonnant que les uns s'enrichissent au détriment des autres. On constate que, pour quelques-uns, le liquide préservateur n'intéresse qu'une région de 1,5 cm à 2 cm d'épaisseur dans l'aubier au lieu de pénétrer jusqu'au cœur. Quand le bois est sillonné de fentes et de gerçures provoquées par les alternatives de sécheresse et d'humidité, les parties non immunisées sont mises à nu et ainsi livrées à l'envahissement des agents extérieurs de décomposition. Les procédés économiques ne donneront donc leur plein effet que si l'on s'astreint à ne traiter ensemble que des bois de même essence de façon à assurer une imprégnation complète de tout l'aubier. Si l'expérience démontre alors que la quantité de créosote dépensée par mètre cube est insuffisante, on devra songer à l'augmenter graduellement ou bien à renforcer son pouvoir antiseptique en portant sa teneur en phénols jusqu'à 20 pour 100.

Le créosotage, qui réussit très bien avec le pin, est aussi susceptible de donner d'excellents résultats avec le mélèze. Ce dernier a un aubier de faible épaisseur; la quantité de liquide qu'il absorbe ne dépasse jamais 70 à 80 kg, même en augmentant la pression et en chauffant la créosote. Il ne paraît donc pas rationnel de lui appliquer les procédés dits *économiques;* même quand on a soumis le mélèze à l'imprégnation totale, il est toujors facile de le sécher par un courant de vapeur, de sorte que son maniement ne présente plus aucune difficulté. Malgré le peu d'épaisseur de l'aubier, il n'y a pas lieu de redouter que les fentes ou gerçures résultant de la sécheresse compromettent l'intérieur de l'arbre; car le cœur du mélèze rouge des Alpes, en particulier, a une dureté extraordinaire. Néanmoins, pour se prononcer sur la valeur de cette essence d'arbre, il convient d'attendre les renseignements de l'Administration autrichienne qui en a installé un grand nombre sur ses lignes télégraphiques.

5. *Fluorure de zinc et fluorure de sodium.* — Les composés

du fluor avec les métaux lourds et les alcalis jouissent tous, sans être vénéneux, d'un grand pouvoir conservateur. Parmi ceux-ci, on a surtout choisi le fluorure de zinc acide ($ZnFl^2, 2HFl$) et le fluorure de sodium ($NaFl$) à cause de leur bon marché, de leur grande solubilité dans l'eau et de leur puissance antiseptique qui est environ 5 fois supérieure à celle du sulfate de cuivre. Le premier a été appliqué à la conservation du bois par le procédé Boucherie et par l'immersion; le second a été uniquement expérimenté par le procédé Boucherie. Comme le montre le Tableau ci-dessus, ces deux substances peuvent supporter la comparaison avec tous les antiseptiques connus, à tous les points de vue : dilution des solutions, prix de revient, quantité de matière retenue par le bois, etc. Malheureusement les pertes inévitables qu'entraîne le procédé Boucherie grèvent lourdement l'emploi de ces solutions d'un prix plus élevé que le sulfate de cuivre. L'injection par immersion diminue beaucoup les frais; mais le bois ne retient plus que la moitié autant d'antiseptique, c'est-à-dire juste le minimum théoriquement nécessaire et l'on peut se demander si cette quantité est suffisante pour annihiler toutes les causes d'altération. D'un autre côté, ces fluorures si solubles sont exposés à être entraînés hors du bois par les eaux de pluie ou l'humidité du sol; mais on obvie à cet inconvénient en formant dans le tissu du bois un fluorure difficilement soluble en prenant comme intermédiaire une solution d'un sel métallique approprié. C'est l'idée fondamentale du procédé Malenkovič et Möller. Ces deux expérimentateurs utilisent un mélange de solutions étendues de fluorure de sodium à 1,75 pour 100 et de chlorure de zinc aussi à 1,75 pour 100. A ce degré de dilution, les deux corps n'exercent l'un sur l'autre aucune réaction chimique et leur mélange pénètre facilement dans les tissus du bois. Quand, par suite du séchage des poteaux, la solution vient à se concentrer, alors seulement se produit entre $ZnCl^2$ et $NaFl$ la série des réactions suivantes :

$$ZnCl^2 + 2NaFl = ZnFl^2 + 2NaCl$$

$$2ZnFl^2 + H^2O = \begin{matrix} Zn - Fl \\ | \\ O \\ | \\ ZnFl \end{matrix} + 2HFl$$

$$2HFl + 2NaFl = 2NaFl.HFl.$$

Comme résidu de ces réactions, on retrouve finalement dans le bois : du fluorure neutre de zinc ($ZnFl^2$), du fluorure de zinc basique

$$\begin{matrix} Zn - Fl \\ | \\ O \\ | \\ Zn - Fl \end{matrix}$$

et du fluorure acide de sodium $NaFl, HFl$ qui est difficilement soluble. Malgré leur faible solubilité, ces trois fluorures ont un pouvoir antiseptique considérable.

Ce désinfectant chlorure de zinc-fluorure de sodium a également fait l'objet d'essais de la part de l'Administration des Télégraphes autrichiens suivant le procédé Boucherie. Son application ne présente d'ailleurs pas de difficultés techniques particulières et l'on a pu constater que le bois en absorbait tout autant que d'autres fluorures traités également à la mode de Boucherie. Mais les frais d'injection sont très élevés et se rapprochent très sensiblement de ceux qu'entraîne le créosotage; ces essais ont encore clairement montré combien le procédé Boucherie est peu économique dès qu'il s'adresse à des solutions antiseptiques un peu chères. Il est bien plus avantageux d'injecter le mélange de chlorure de zinc et de fluorure de sodium suivant la méthode de Bethell, vide et compression, car il y a peu de liquide perdu ou inutilisé. La maison Auguste Möller fils, de Reinowitz, l'a adoptée pour le traitement des poteaux qu'elle livre au commerce, ainsi que l'Administration autrichienne, depuis 1908.

La firme Guido Rütgers a pris un brevet pour un mode d'injection du chlorure de zinc-fluorure de sodium, qui diffère du précédent en ce que les deux sels sont successivement comprimés dans les tissus du bois, où se développent ensuite les mêmes réactions que ci-dessus [1].

B. K.

Le traitement des poteaux par la créosote [2].

Le procédé qu'utilise l'auteur dans son usine de Norrie est désigné par lui sous le nom de « procédé à réservoir ouvert »; c'est dire qu'il n'exige aucune compression et est par conséquent d'une application commode. Ce procédé s'applique comme il suit : les poteaux sont placés dans un réservoir contenant de la créosote jusqu'à un niveau tel que les poteaux se trouvent immergés jusqu'à la hauteur voulue; la créosote est alors chauffée par un courant de vapeur surchauffée, ensuite on enlève la créosote chaude et on la remplace par de la créosote froide. D'après l'auteur, le premier traitement par la créosote chaude a pour effet de dilater l'air et de vaporiser l'eau que renferment les cellules de la couche du bois en contact avec le bain. Cet air se contracte et cette vapeur se condense quand la créosote froide est substituée à la créosote chaude, et il en résulte un vide partiel qui force la créosote à pénétrer dans le bois jusqu'à une profondeur d'autant plus grande que le traitement à chaud a été plus long.

S'appuyant sur diverses observations, en particulier sur celles publiées par le Gouvernement des États-Unis, l'auteur montre que la durée des poteaux créosotés est de 20 à 25 ans, alors que celle des mêmes poteaux non traités est, au grand maximum, de 15 ans et descend souvent à 5, 6 et 8 ans.

---

(1) Rappelons que le procédé Rüpin, dont il est question plus haut, a été l'objet d'une description spéciale dans le numéro du 10 février.

Enfin, signalons, parmi les Ouvrages où se trouve traitée la question de la conservation des poteaux, les deux suivants : *Des supports en bois utilisés dans la construction des lignes électriques*, par Paul Dubois (Veuve Ch. Dunod, éditeur, 49, quai des Grand-Augustins). — *Le Bois*, par Paul Charpentier [Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Frémy, t. X (Veuve Ch. Dunod, éditeur, 49, quai des Grands-Augustins)].

(2) George-R. Ogier, Communication faite à la réunion annuelle de la Colorado-Electric Light, Power and Railway Association (*Electrical Review*, Londres, t. LXVIII, 13 janvier 1911, p. 79).

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

De la concurrence en matière de distributions d'énergie électrique (suite) (¹),

Par MM. Fernand Payen et Paul Weiss.

CHAPITRE IV.

DES TRIBUNAUX COMPÉTENTS EN CAS DE DIFFÉRENDS RELATIFS A LA CONCURRENCE.

La loi du 15 juin 1906 ne parle point de cette question de compétence. Il n'y a donc rien de changé aux règles qui étaient antérieurement en vigueur, et il nous suffira de résumer la jurisprudence d'avant 1906 pour résumer du même coup l'état actuel de la législation.

A. *Différends entre concessionnaire et concédant.* — Lorsqu'un concessionnaire est en désaccord avec l'autorité de qui il tient la concession, le Conseil de Préfecture est compétent pour trancher le différend en premier ressort, le Conseil d'État restant juge d'appel.

La compétence du Conseil de Préfecture résulte des termes formels de la loi du 28 pluviôse an VIII. Cette loi attribue compétence aux Conseils de Préfecture dans tous les litiges qui ont trait à l'exécution ou à l'interprétation d'un marché de *travaux publics*.

Or, les concessions d'électricité, comme toutes les concessions administratives, sont des marchés des travaux publics.

Cette loi est d'ailleurs d'ordre public d'où il faut conclure : 1° qu'il ne saurait y être dérogé par l'accord des parties; 2° que l'incompétence des tribunaux judiciaires peut être invoquée en tout état de cause, l'affaire fût-elle même déjà devant la Cour de Cassation; 3° que si les parties n'opposent pas l'incompétence des tribunaux judiciaires, ceux-ci peuvent l'invoquer d'office.

Il y a sur toutes ces questions une jurisprudence nombreuse et unanime (²).

B. *Différends entre un concessionnaire et un tiers.* — La jurisprudence est formelle pour attribuer compétence aux tribunaux judiciaires (et non plus aux tribunaux administratifs) lorsqu'il s'agit de difficultés pendantes entre les concessionnaires et les consommateurs, en particulier lorsqu'il s'agit de l'exécution ou de l'interprétation d'un contrat d'abonnement (³).

Si cependant le litige pendant devant les tribunaux de l'ordre judiciaire entre un concessionnaire et un abonné rend nécessaire l'interprétation du contrat de concession, le tribunal saisi doit surseoir à statuer jusqu'à ce que les parties aient fait interpréter le contrat de concession par le Conseil de Préfecture (⁴).

Mais supposons que le concessionnaire se trouve en présence non plus d'un consommateur, mais d'un tiers qui se plaindrait d'un dommage à lui causé par l'exécution des travaux que nécessite l'installation de l'éclairage public et privé d'une commune, le Conseil de Préfecture est compétent.

(¹) Voir *La Revue électrique* des 30 décembre 1910, p. 467; 13 janvier 1911, p. 47; 27 janvier 1911, p. 99; 10 février 1911, p. 148, et 24 février 1911, p. 204.

(²) Nous citerons seulement à titre d'exemple : Cass., 7 mai 1851 (D. 54, 5, 152); 21 janv. 1852 (D. 52, 1, 276); 26 août 1856 (D. 56, 1, 340); 9 décembre 1861 (D. 62, 1, 33); 7 juin 1869 (D. 69, 1, 301).

(³) A titre d'exemple : C. d'État, 14 décembre 1879 (D. 80, 3, 30).

(⁴) Cass., 7 juin 1869 (D. 69, 1, 301).

Ces travaux constituent en effet des travaux publics (¹). Or l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII que nous avons déjà cité, attribue aux Conseils de Préfecture compétence exclusive pour trancher les différends qui peuvent s'élever quant à l'exécution ou à l'interprétation des contrats de travaux publics (²).

Il en serait de même à notre avis du simple permissionnaire si celui-ci exécute des travaux destinés à l'éclairage public.

Mais, au contraire, un permissionnaire n'exécute par un travail public lorsqu'il installe une distribution d'électricité pour le service des particuliers. Le Conseil de Préfecture n'est donc pas compétent et celui qui croit avoir à se plaindre de dommages causés par l'exécution du travail doit s'adresser aux tribunaux civils (³).

C. *Différends entre deux concessionnaires.* — Mais quelle est l'autorité compétente lorsque le concessionnaire est en désaccord, non plus avec le concédant ni avec un tiers, mais avec un concurrent? C'est la question qui, ici, nous intéresse surtout.

En principe, lorsqu'un concessionnaire croit avoir à se plaindre de la violation par un concurrent des droits qu'il tient de son contrat de concession, les tribunaux civils sont seuls compétents à l'exclusion des tribunaux administratifs pour trancher le différend.

La question a été très débattue, mais elle semble définitivement tranchée aujourd'hui tant par le Conseil d'État que par la Cour de Cassation.

(¹) Tribunal des Conflits, 16 décembre 1876 (D. 1877, 3, 577) et 30 juin 1894 (D. 96, 3, 9). Cons. d'État, 28 décembre 1894 (Lebon, 1894, 722). Cass., 15 novembre 1897 (D. 98, 1, 126).

(²) Il faut se garder de confondre les dommages résultant de l'exécution du travail public avec les indemnités qui peuvent être dues, en matière de distribution d'énergie électrique à raison de servitudes d'appui, de passage ou d'ébranchage et qui sont de la compétence du juge de paix aux termes de l'article 12 de la loi du 15 juin 1906.

Cette compétence des juges de paix est d'ailleurs exceptionnelle en ce sens qu'elle doit être strictement limitée aux indemnités dues à raison de la servitude elle-même et que le Conseil de Préfecture reste compétent quand la demande de dommages-intérêts est fondée sur l'exécution plus ou moins défectueuse du travail.

C'est ce qu'a jugé le 21 juin 1910 en de fort bons termes le Conseil de Préfecture du Pas-de-Calais :

Il est hors de doute que le législateur, en disposant, dans l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions électriques, que le juge de paix sera compétent pour régler les indemnités pouvant être dues à propos de certaines servitudes d'appui, n'a jamais eu l'intention de modifier d'une façon générale l'ordre des juridictions, et il est certain qu'en dehors de l'exception nettement spécifiée par ledit article, le Conseil de Préfecture reste toujours compétent, en vertu de la loi du 28 pluviôse an VIII, pour connaître des torts et dommages résultant de l'exécution de travaux publics et notamment du préjudice pouvant être la conséquence du bruit anormal et excessif qui se produit dans une maison par suite de l'exploitation d'une ligne de tramways.

L'ancrage peut, il est vrai, avoir une influence, en ce sens qu'il est l'un des moyens de propagation des inconvénients sur lesquels se fonde l'action en indemnité, mais il n'en est pas la cause essentielle et unique, et, par suite, on ne saurait, en pareil cas, soutenir qu'aux termes de l'article 12 précité, le Conseil de Préfecture est incompétent.

(³) Bourges, 8 juin 1892 (D. 92, 2, 536).



Citons un arrêt de principe du Conseil d'État (aff. de Saint-Amand, 29 janvier 1897; S. 1899, 3, 11).

« Sur les conclusions de la Compagnie du Gaz contre la Compagnie d'Électricité,

» Considérant que s'il appartient à la juridiction administrative en vertu des dispositions de l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII de statuer sur les contestations auxquelles peut donner naissance l'exécution du marché intervenu pour l'éclairage public entre la ville de Saint-Amand et la Compagnie du Gaz son concessionnaire, elle n'a pas compétence pour connaître des conclusions dirigées par ce concessionnaire contre des tiers à raison des atteintes qui auraient été portées à ses droits; qu'ainsi la requête de la Compagnie du Gaz, en tant qu'elle a pour objet la condamnation de la Société d'Électricité au payement de dommages-intérêts, doit être rejetée comme non recevable. »

Le Conseil d'État avait déjà rendu dans le même sens un autre arrêt le 10 juillet 1896 (S. 98, 3, 93), et la question semblait déjà ne plus faire doute aux yeux du commentateur de l'arrêt qui s'exprime ainsi :

« Le marché de travaux publics qui justifie la compétence des tribunaux administratifs pour les litiges entre la commune et son concessionnaire n'est en effet plus en cause; il s'agit d'un débat entre particuliers fondé sur l'article 1382 C. civ., et c'est aux tribunaux judiciaires qu'il appartient d'en connaître. »

Il y a cependant un cas (et qui dans la pratique se présentera fréquemment) dans lequel les tribunaux judiciaires devraient, non pas se dessaisir, mais du moins surseoir à statuer : c'est le cas où le litige pendant devant eux rendrait nécessaire l'interprétation du contrat de concession. Cette interprétation d'un contrat administratif ne pourrait, comme nous l'avons vu, être donnée que par les tribunaux administratifs.

Qu'on ne suppose pas cependant qu'il suffira au concessionnaire défendeur, pour obtenir un sursis, de prétendre qu'il y a lieu à interprétation. Les tribunaux civils saisis de cette exception de sursis peuvent déclarer que le texte invoqué par le concessionnaire demandeur est parfaitement clair et qu'il n'y a pas lieu, par conséquent, de la faire interpréter par le Conseil de Préfecture.

Fernand Payen,
Avocat à la Cour d'Appel;
Paul Weiss,
Ingénieur en chef des Mines.

(*A suivre.*)

Arrêté préfectoral portant modification de la répartition des Sections d'ingénieurs du Service de la voie publique et de l'éclairage.

Nous informons les adhérents du Syndicat qu'un arrêté en date du 17 février 1911, portant modification de la répartition des Sections d'ingénieurs du Service de la voie publique et de l'éclairage est paru dans le *Bulletin municipal officiel* du 22 février.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Arrêt de la Cour d'appel de Bordeaux du 24 février 1911 (1).

Sommaire. — Le fait, par un abonné, de prendre à la Compagnie d'électricité, son fournisseur, plus de courant qu'il ne devrait en consommer d'après son contrat d'abonnement, ne pourrait, s'il était démontré, constituer un vol d'électricité, qu'autant que cet abonné aurait agi de mauvaise foi et avec une intention frauduleuse.

Spécialement, ne doit pas être considéré comme s'étant rendu coupable de vol l'abonné qui, ayant stipulé qu'on lui fournirait une force motrice capable de faire mouvoir son moulin sans qu'on eût spécifié le nombre de machines qu'elle devait actionner, a appliqué cette force à un nouveau blutoir destiné à nettoyer les farines produites par ce moulin, alors que, d'une part, il lui était permis de penser qu'il pouvait utiliser sa force motrice au fonctionnement de ce nouveau blutoir, lequel n'en consommait d'ailleurs qu'une très faible partie, et que, d'autre part, ledit blutoir n'avait été nullement dissimulé, puisqu'il se trouvait à côté des autres dans un local où il était facile de pénétrer, et ne pouvait échapper aux regards. De telles circonstances il résulte, en effet, que les conditions essentielles et constitutives du délit de vol n'existent pas.

En pareil cas, c'est aux tribunaux civils ou consulaires que doit être réservée la solution de la question de savoir si, par l'installation du blutoir supplémentaire, l'abonné s'est approprié une énergie électrique à laquelle son contrat ne lui donnait pas droit, en supposant qu'il convienne à la Compagnie fournisseur du courant de les saisir par une demande en dommages-intérêts fondée sur le préjudice qu'elle dit avoir subi.

Les juges correctionnels n'ont pas, au surplus, à faire droit à une demande de dommages-intérêts reconventionnellement formée par l'abonné contre la Compagnie poursuivante, à raison du préjudice causé pour abus de citation directe, si la poursuite exercée par celle-ci ne révèle aucune pensée de dol ou de malice.

NOTE.

Dans la note que nous avons rédigée sur la jurisprudence relative aux vols d'électricité, en rendant compte d'un jugement du tribunal correctionnel de Toulouse du 29 janvier 1910 (Circulaire du Syndicat, n° 95, et *Revue électrique* du 30 octobre 1910), nous faisions remarquer le danger qu'il pouvait y avoir pour un concessionnaire à poursuivre un abonné pour vol, lorsque le contrat d'abonnement n'est pas clair et peut donner lieu à une interprétation au point de vue de la quantité de courant que l'abonné aurait le droit de consommer. Nous indiquions que le fait même qu'il pourrait y avoir lieu à l'interprétation du contrat, pourrait suffire, en effet, pour faire admettre la bonne foi de cet abonné, et pour faire écarter, par suite, l'intention frauduleuse nécessaire pour qu'il y eût vol d'électricité; d'où, pour la Compagnie poursuivante, le danger d'une demande en dommages-intérêts de la part de l'abonné pour le préjudice qui lui a été causé par l'accusation irréfléchie du fournisseur du courant.

Dans cet ordre d'idées, nous croyons utile de porter à la connaissance des entrepreneurs de distribution d'électricité l'arrêt de la Cour d'appel de Bordeaux du 24 février 1910, rapporté ci-dessus, lequel a été rendu dans les circonstances suivantes :

Une société d'électricité avait passé avec un minotier, M. X..., un contrat de fourniture d'énergie, aux termes duquel cette société consentait « à faire l'installation d'un moteur pouvant actionner le moulin de M. X... ». Le courant était fourni au compteur horaire et le moteur électrique destiné à actionner l'installation du moulin avait été établi par la société elle-même. Or, sans avoir prévenu la société, M. X... avait installé un blutoir supplémentaire, se trouvant ainsi obliger le moteur électrique à fournir plus de force, et, par conséquent, consommer plus de courant. En présence de ce fait, la société crut pouvoir intenter, devant le tribunal correctionnel de l'arrondissement, une poursuite pour vol d'électricité contre l'abonné, M. X.... Celui-ci prétendit, pour sa défense, que son contrat lui donnait le droit d'utiliser toute la force disponible, produite par le moteur électrique que la Compagnie d'électricité avait installé, le prix de l'abonnement devant être payé à l'heure et non suivant la quantité de courant consommé.

Qu'est-il résulté de cette poursuite? que le tribunal correctionnel se rangeant à l'interprétation du contrat soutenue par l'abonné, renvoya celui-ci des fins de la poursuite, comme n'ayant fait qu'user de son droit et n'ayant pas, par conséquent, commis de délit de

(1) Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité ont reçu le texte de cet arrêt dans la Circulaire n° 97.

vol, à raison duquel la Compagnie d'électricité l'avait injustement poursuivi.

Ainsi, la Compagnie d'électricité se trouvait succomber dans sa poursuite. Mais alors apparut, pour elle, le danger d'avoir engagé cette poursuite sans s'être suffisamment assurée que le fait dont elle se plaignait réunissait bien les éléments constitutifs du délit de vol, c'est-à-dire l'appréhension de la chose d'autrui et l'intention frauduleuse, conformément à l'article 379 du Code pénal. En effet, le minotier poursuivi imprudemment triompha dans une demande reconventionnelle, qu'il avait introduite contre la Compagnie pour abus de citation directe, et obtint du tribunal correctionnel une condamnation à des dommages-intérêts contre la société d'électricité.

C'est de ce jugement que la Compagnie d'électricité fit appel devant la Chambre correctionnelle de la Cour de Bordeaux.

Or, la Cour d'appel a maintenu la décision du tribunal correctionnel en ce qui concerne l'inexistence du délit de vol reproché au minotier poursuivi. Il est vrai que, considérant que la poursuite intentée par la Compagnie « ne révélait aucune pensée de dol ou de malice », l'arrêt de la Cour d'appel releva celle-ci de la condamnation en dommages-intérêts prononcée par le tribunal correctionnel.

Il est très naturel que la Cour d'appel de Bordeaux ait fait grâce à la Compagnie d'électricité de la condamnation que lui avait infligée le tribunal correctionnel, car, dans cette affaire, sa bonne foi, en tant que poursuivante ne pouvait faire aucun doute. Mais le fait même que le tribunal correctionnel avait infligé cette condamnation doit suffire à montrer le danger que peut offrir une poursuite irréfléchie pour vol d'électricité, pour celui qui l'intente.

Nous avons dit que la circonstance que le contrat d'abonnement n'étant pas suffisamment clair, est sujet à interprétation en ce qui concerne la quantité de courant à laquelle a droit l'abonné, peut suffire à établir la bonne foi de celui-ci et, par conséquent, à faire écarter l'intention frauduleuse. Il en est ainsi, à plus forte raison, lorsque le fait reproché, considéré en lui-même, ne présente pas nettement le caractère d'une manœuvre frauduleuse ayant pour but l'appréhension du courant à l'insu de la Compagnie d'électricité et sans en payer le prix.

A ce double point de vue, l'affaire qui a donné lieu à l'arrêt de la Cour d'appel de Bordeaux pouvait être considérée comme très douteuse.

En effet, la stipulation du contrat d'abonnement, par laquelle la Compagnie d'électricité consentait « à faire l'installation d'un moteur pouvant actionner le moulin » de l'abonné, était certainement un peu vague : on pouvait se demander si le courant compris dans la fourniture à l'heure était le courant nécessaire pour actionner le moteur d'après sa puissance et quels que fussent les appareils compris dans le moulin, ou si, au contraire, on avait eu exclusivement en vue l'utilisation de la force uniquement nécessaire pour faire tourner un certain nombre d'appareils existant au moment du contrat. Observons, d'ailleurs, que dans ce dernier cas, le contrat eût gagné en précision s'il avait contenu l'énumération des appareils devant être actionnés par le moteur.

D'autre part, même en admettant que le prix du courant, à l'heure, eût été calculé d'après la quantité nécessaire pour actionner le moulin, tel qu'il était installé au moment du contrat, on ne pouvait considérer le fait d'une installation supplémentaire consommant par conséquent plus de courant comme constituant un vol, qu'à la condition expresse que cette installation eût été faite dans des conditions établissant nettement l'intention frauduleuse de l'abonné. Or, cette intention frauduleuse n'apparaissait pas suffisamment, puisque l'abonné en question, loin de chercher à dissimuler l'installation du blutoir incriminé, l'avait placé à côté des autres, dans un local où il était facile de pénétrer, de telle façon qu'il ne pouvait échapper aux regards.

On se trouvait donc en présence : d'une part, d'une difficulté sur le sens et l'interprétation des conventions de l'abonnement, de telle sorte que l'abonné pouvait se croire permis d'utiliser la force fournie par le moteur électrique en l'appliquant à un nouveau blutoir qui n'en consommait, d'ailleurs, qu'une très faible partie; et, d'autre part, d'une installation ne présentant pas suffisamment le caractère d'une manœuvre frauduleuse en vue de l'appréhension du courant, à l'insu du fournisseur. Dans ces conditions, la décision de la Cour d'appel de Bordeaux ne saurait étonner; elle ne peut constituer qu'une décision d'espèce, rendue dans des circonstances tout à fait spéciales et ne saurait être invoquée comme constituant une jurisprudence défavorable aux poursuites pour vol de courant électrique.

Telle qu'elle est, nous avons cru utile de faire connaître cette décision, pour que les entreprises de distribution d'énergie électrique puissent en tirer une leçon de prudence, de façon à ne pas engager à la légère, à l'occasion de faits d'un caractère insuffisamment défini au point de vue pénal, des poursuites correctionnelles qui pourraient se retourner contre elles, tout en compromettant l'autorité d'une jurisprudence jusqu'ici très nettement favorable à la répression des vols d'électricité.

Ch. Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

Droits d'octroi sur matériel de canalisations électriques.

Sur le moyen unique de cassation, pris de la violation des art. 517, 518 et suiv. Code civil, du tarif de l'octroi de L... et de l'article 7 de la loi du 20 avril 1810;

Attendu que le pourvoi fait grief du jugement attaqué d'avoir débouté la Compagnie exposante de sa demande en restitution des droits d'octroi illégalement perçus par la ville de L..., au titre immobilier, sur des fils de cuivre employés à la canalisation aérienne d'un réseau de distribution de courant électrique, sous prétexte que l'ensemble du réseau serait assimilable à un « bâtiment » ou que tout au moins ces fils formeraient, avec les poteaux qui sont immeubles, un assemblage présentant la plus grande cohésion;

Attendu, sur le premier grief, que l'article 518 du Code civil divise les immeubles par nature en deux catégories, les « fonds de terre » et les « bâtiments »; qu'en se servant de l'expression « bâtiments » pour spécifier le caractère immobilier de la canalisation électrique de la ville de L..., le jugement attaqué n'a fait que préciser celles des deux catégories dans laquelle il entendait classer la construction litigieuse; que si, au point de vue des taxes d'octroi et en raison de ce que la perception n'en peut être légalement faite qu'autant que les objets qu'on prétend soumettre aux droits sont clairement et sans équivoque possible inscrits dans les tarifs, il y a lieu, quand les tarifs visent uniquement des « constructions de bâtiments », de limiter aux constructions destinées à servir d'abri aux personnes, aux animaux et aux choses, la portée de ces expressions qui s'appliquent seulement à un genre particulier de constructions, il n'en est plus de même lorsque, comme dans l'espèce, le tarif frappe d'un droit les matériaux destinés aux « constructions immobilières »; que ces mots « constructions immobilières » ont un sens plus étendu et embrassent toutes les constructions immobilières, de quelque nature quelles soient; que, par suite, l'expression « bâtiments », employée par le jugement attaqué et qui est exacte dans le sens de l'article 518 Code civil, ne saurait avoir le caractère restrictif que lui attribue le pourvoi;

Attendu, sur le second grief, qu'il importe peu que les *fils aériens* reposent, sans scellement ni soudure, sur les cloches isolatrices surmontant les colonnes ou poteaux; qu'il soit possible, à la rigueur, quoique le jugement attaqué n'ait pas constaté qu'ils fussent soudés aux fils souterrains; qu'il résulte, en effet, des constatations des juges du fond que le réseau comprend des piliers en ciment, maintenus par une armature en métal, enfoncés et maçonnés dans le sol et des fils *qui présentent avec des piliers la plus grande cohésion* et forment une *construction indivisible;* que les *fils conducteurs* du courant électrique qui doivent être inin-

terrompus, *empruntent en partie la voie souterraine*, maintenus par des *mâchoires en fer fixées au sol*, comme mordus et écrasés entre deux plaques de métal serrées l'une contre l'autre par des boulons et qu'on ne pourrait retirer le fil sans le couper et sans fouiller le sol en cet endroit;

Attendu que ces constatations répondent suffisamment à toutes les conclusions de la Compagnie demanderesse et qu'en décidant, dans ces circonstances de fait, qu'il n'y avait pas lieu d'ordonner la restitution des droits d'octroi, le tribunal de L..., dont le jugement est régulièrement motivé, a usé de son pouvoir souverain d'appréciation et n'a violé aucun des textes visés au moyen;

Par ces motifs, rejette le pourvoi.

SOCIÉTÉS. BILANS.

Compagnie parisienne de distribution d'électricité. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1910, nous extrayons ce qui suit :

Le compte de « Dépenses de premier établissement », qui s'élevait le 31 décembre à 25 008 464,12 fr, s'est accru en 1909 d'une somme de 41 309 203,89 fr, ce qui a porté le total à 66 317 668,01 fr.

L'augmentation de 41 309 203,89 fr, réalisée en 1909, résulte d'ailleurs d'une balance entre un ensemble de dépenses ayant atteint le chiffre de 43 481 972,89 fr et une recette totale de 2 172 769 fr.

Les travaux neufs de distribution se décomposent ainsi : sous-stations, 6 512 552,72 fr; galeries et canalisations, 14 335 613 fr; compteurs, branchements, transformateurs, installations supprimées et travaux divers, 1 794 496,44 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1909.

Actif.

Actionnaires	25028500 »
Dépenses de premier établissement	66317668,01
Avances sur marchés et travaux	4577145,49
Approvisionnements	271646,46
Cautionnement	2054184,10
Caisse et Banques	3665813,57
Débiteurs divers	1968735 »
Droits sur actions à recouvrer	52923,45
	103936616,08

Passif.

Capital	100000000 »
Coupons restant à payer	25294,80
Créditeurs divers	2536321,28
Intérêts intercalaires courus du 1er juillet au 31 décembre 1909	1375000 »
	103936616,08

Société d'éclairage par l'électricité de Riom-ès-Montagnes. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 30 janvier 1910, nous extrayons ce qui suit :

BILAN.

Actif.

	fr	fr
Fonds de constitution et installations gratuites chez les abonnés (sans changement)		4500,00
Travaux hydrauliques (sans changement)		3000,00
Conduite sous pression	15000,00	
Moins-value (Dépréciation)	225,00	14775,00
Bâtiments (sans changement)		3000,00
Machinerie	9500,00	
Moins-value (Dépréciation)	356,25	9143,75
Réseau	9000,00	
Moins value (Dépréciation)	135,00	8865,00
Marchandises en magasin		942,35
En caisse (Espèces)		3309,85
Total de l'Actif		47535,95

Passif.

Capital sans changement	45000,00
Créditeurs divers	62,45
Réserve légale	120,45
Total du Passif	45182,90

Résumé.

Actif	47535,95
Passif	45182,90
Compte Profits et Pertes (Bénéfice)	2353,05

Détail du Compte Profits et Pertes.

	Doit.	Avoir.
Recettes d'éclairage ou d'installations		6018,15
Achat de timbres-quittances	10,00	
Conduite sous pression (Dépréciation)	225,00	
Machines (Dépréciation)	356,25	
Réseaux (Dépréciation)	135,00	
Frais généraux (salaires, impôts, appointements, location, etc.)	3059,50	
Frais d'entretien	147,15	
Réserve légale	120,45	
Magasin (Bénéfice sur marchandises)		388,25
	4053,35	6406,40

Résumé.

Recettes	6406,40
Dépenses	4053,35
Bénéfices, déduction faite de la réserve légale	2353,05

Votre Conseil d'administration vous propose de répartir, comme suit, ces bénéfices :

Fonds de réserve général	183,75
Fonds de réserve pour entretien	144,30
6 p. 100 aux actionnaires, soit 4,50 p. 100 pour 9 mois.	2025,00
	2353,05

INFORMATIONS DIVERSES.

Radiotélégraphie. — COMMUNICATIONS RADIOTÉLÉGRAPHIQUES DANS LES COLONIES. — Le Gouvernement français se préoccupe de doter nos colonies du centre africain, notamment l'Ouadaï, ainsi que l'île de Madagascar, de postes de télégraphie sans fil. Quant à cette dernière colonie, une station puissante doit être établie à Diégo-Suarez, afin de permettre à cette ville de communiquer avec Majunga et Mayotte, qui sont déjà pourvues d'installations radiotélégraphiques. Le gouverneur général de Madagascar envisagerait, en outre, l'établissement d'une communication radiotélégraphique entre Diégo-Suarez et la Réunion, en vue de la suppression du câble qui relie cette île avec la colonie de Madagascar et dont l'entretien est très onéreux.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* relate, de plus, que des communications radiotélégraphiques seront prochainement établies entre la côte de l'Algérie, d'une part, et le Soudan, le Tchad, l'Afrique occidentale d'autre part.



Tome XV. **N° 174. — 24 mars 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Alors qu'en 1900 la puissance des groupes électrogènes ne dépassait guère 1000 kilowatts, les commandes passées en 1910 pour les nouvelles usines électriques se rapportent à des alternateurs dont la puissance est d'environ 10000 kilowatts lorsqu'ils sont commandés par des turbines à vapeur et qui atteint jusqu'à 17000 kilowatts lorsque la force motrice est hydraulique. On peut donc envisager la construction prochaine d'unités dont la puissance dépassera 20000 kilowatts.

Cette énorme puissance, ainsi que la vitesse angulaire considérable que l'on est conduit à donner à ces alternateurs, soulèvent des difficultés de construction. Dans un article dont une analyse est donnée p. 267, M. Miles Walker, un ingénieur anglais des plus autorisés, examine si, dans ces conditions, il convient dans la **construction de l'inducteur des turbo-alternateurs**, de faire choix du type à pôles saillants ou du type en tambour. On verra que c'est ce dernier type que l'auteur considère comme préférable après examen des avantages et inconvénients de chacun des deux types.

Les **harmoniques des ondes de courant et de potentiel des transformateurs** ont déjà donné lieu à divers travaux dont quelques-uns ont été signalés dans ces colonnes. On trouvera, pages 279 et suivantes, une analyse des recherches entreprises l'an dernier sur ce même sujet par M. J.-J. Franck, principalement en vue de reconnaître l'importance du 3[e] harmonique. On verra que l'auteur en tire quelques conclusions pratiques, en particulier qu'il est nécessaire de maintenir une tension sinusoïdale aux bornes de chaque transformateur individuel si l'on veut éviter des perturbations de la tension et du courant sur le réseau.

***

Nous n'insisterons pas sur les quelques articles sur les **accumulateurs** publiés pages 279 à 282 et nous nous bornerons à appeler l'attention sur la note de la page 283 dans laquelle M. J. Voisenat décrit un **dispositif télégraphique** permettant d'annuler les perturbations produites par les canalisations d'énergie à courant alternatif.

La **radiotélégraphie** est l'objet (p. 284 à 291) d'une étude de mise au point des divers travaux qui ont été effectués dans ces dernières années pour l'utilisation d'une excitation par chocs ou impulsions. Ce mode d'excitation, qui permet, au circuit secondaire du transmetteur, de vibrer avec sa période propre, est particulièrement apte à assurer la syntonie du poste transmetteur et du poste récepteur.

Un nouveau **producteur mécanique de courant de haute fréquence**, dû à M. Goldschmidt, est décrit page 292. Ainsi qu'on le verra, le principe de cet appareil est des plus ingénieux.

Enfin signalons les **instruments de mesures industriels de la Section anglaise de l'Exposition de Bruxelles** que décrit M. Chéneveau, pages 294 et suivantes.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

SIXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 8 février 1911.

Présents : MM. Guillain, président; Brylinski, Cordier, Piaton, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Chaussenot et Vautier, secrétaires adjoints; Beauvois-Devaux, trésorier; Berthelot, Eschwège, Godinet, Sciama, Sée.

Absents excusés : MM. Boutan, Cotté, Sartiaux.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

CORRESPONDANCE. — Un adhérent du Syndicat des Usines d'Électricité remercie le Comité de l'Union pour l'appui qui lui a été prêté dans ses démarches pour une demande de dérogation.

Il a été répondu à la demande de renseignements du Ministère du Travail pour l'Annuaire des Syndicats professionnels.

Le Comité de l'Union donne acte de la communication du Bureau de la Chambre de Commerce de Paris pour les années 1911 et 1912 et du Bureau du Syndicat des constructeurs et négociants en instruments d'optique et de précision pour l'année 1911.

Le Comité prend connaissance des documents reçus du Comité électrotechnique français comprenant : une communication de M. Janet sur les unités électriques employées au Laboratoire, le texte de la proposition de M. Boucherot au sujet de la dénomination de la quantité $Q = UI \sin\varphi$ et le vocabulaire.

Le Comité approuve les raisons données par M. Brylinski en faveur de l'adoption de l'expression « puissance réactive » pour désigner la quantité $Q = UI \sin\varphi$ et décide d'informer le Comité électrotechnique français des avantages que cette expression lui paraît présenter.

FIXATION DU NOMBRE DE DÉLÉGUÉS DE CHAQUE SYNDICAT (Art. 10 des Statuts). — En conséquence des déclarations faites par les divers Syndicats affiliés à l'Union, le nombre des délégués pour l'année 1911 est fixé ainsi qu'il suit :

Syndicat professionnel des Industries électriques..	5
Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz......	4
Syndicat des Forces hydrauliques...............	3
Syndicat professionnel des Industries électriques du Nord de la France..........................	1
Syndicat professionnel des Usines d'Électricité...	7
	20

M. Legouez est désigné comme cinquième délégué du Syndicat professionnel des Industries électriques.

APPROBATION DES COMPTES DE L'EXERCICE 1910. — Le Comité de l'Union approuve les comptes.

Le règlement avec l'éditeur de *La Revue électrique* a été fait fin janvier.

ÉLECTION DU BUREAU. — Le Comité procède ensuite à l'élection du Bureau dans les termes de l'article 10 des Statuts.

Sont élus ou réélus par acclamation :

Président : M. Guillain.
Vice-présidents : MM. Cordier, Eschwège, Piaton, Zetter.
Secrétaire : M. Fontaine.
Secrétaires fonctionnaires adjoints : MM. Chaussenot et Vautier.
Trésorier : M. Beauvois-Devaux.

BUDGET DE L'EXERCICE 1911. — Il résulte des chiffres déclarés par chaque Syndicat que le budget comporte en recettes une somme de 5829 fr 30, permettant de couvrir les dépenses.

Le budget est approuvé par le Comité.

DOCUMENTS OFFICIELS. — Les documents suivants ont été portés à la connaissance du Comité :

Arrêté du 9 janvier 1911 nommant les membres du Comité permanent d'Électricité; arrêté du 9 janvier 1911 nommant le président, le vice-président, le secrétaire et les secrétaires adjoints du Comité permanent d'Électricité (*Journal officiel* du 13 janvier 1911); décret du 12 janvier 1911 relatif à la codification des lois ouvrières (*Journal officiel* du 18 janvier 1911); arrêté du 18 janvier 1911 nommant un secrétaire adjoint rapporteur de la Commission des distributions d'énergie (*Journal officiel* du 20 janvier 1911); rapport sur l'application de la loi sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs (*Journal officiel* du 1er février 1911); rapport de M. Charles Dumont au nom de la Commission du budget général de l'exercice 1911, Ministère des Travaux publics, section des

Postes et Télégraphes (annexe n° 381, Chambre des Députés).

PROPOSITION DE LOI CHAUTEMPS SUR LA LÉGISLATION DES ÉTABLISSEMENTS INSALUBRES. — Il est donné connaissance de la lettre par laquelle M. le Président de la Commission sur la législation des établissements insalubres fait connaître qu'une délégation de l'Union sera convoquée à une prochaine réunion de la Commission. Le rapport de M. Mallot au Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz sur la même question est communiqué au Comité.

INSTRUCTIONS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A L'INTÉRIEUR DES MAISONS. — M. Zetter fait connaître que la Commission intersyndicale sera prochainement saisie des résultats du travail élaboré au Syndicat professionnel des Industries électriques.

SUBVENTION POUR L'ESSAI DES CABLES SOUTERRAINS A HAUTE TENSION. — A la suite de l'exposé fait par MM. Guillain et Brylinski, le Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité accorde une subvention de 500 fr pour les essais en cours dans les ateliers de la maison Berthoud Borel, sous le contrôle du Laboratoire central d'Electricité.

DURÉE DE PRESCRIPTION POUR LA RÉVISION DES TARIFS D'OCTROI. — Le Comité de l'Union prend connaissance de la réponse qui a été préparée par le Comité consultatif du Contentieux.

UNIFICATION DES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES. — M. Zetter demande si l'Union ne pourrait pas appuyer les démarches faites par le Syndicat des Industries électriques pour obtenir que les fabricants d'appareils puissent se mouvoir dans ce domaine avec toute la liberté possible, tout en fournissant à l'administration tous les apaisements qu'elle peut désirer à cet égard.

LIGNES TÉLÉPHONIQUES INDUSTRIELLES. — A la suite de la lecture d'un extrait du rapport de M. Charles Dumont au nom de la Commission du budget sur le projet de loi portant fixation du budget général de l'exercice 1911, Ministère des Travaux publics, section des Postes et Télégraphes (annexe n° 381, Chambre des Députés), M. Cordier expose qu'il est absolument nécessaire d'obtenir le maintien de la gratuité accordée pour les installations techniques de *sécurité;* il rappelle que, lors de la préparation des règlements d'administration publique, M. le président Picard avait appuyé de motifs irréfutables les dispositions relatives à cette gratuité.

BANQUET. — M. le Président fait connaître que la date du banquet sera fixée vraisemblablement pour la deuxième quinzaine de mars.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.
Téléphone : 507-59.

SIXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Convocation aux Assemblées générales.

1° En exécution de l'article 20 des statuts et conformément à la décision de la Chambre syndicale, en date du 7 mars 1911, MM. les Membres du Syndicat professionnel des Industries électriques sont convoqués en *Assemblée générale ordinaire* pour le

mercredi 29 mars, à 2 h 30 m précises.

L'Assemblée aura lieu au Siège social du Syndicat, 9, rue d'Edimbourg.

2° A la suite de cette Assemblée et en exécution de l'article 24 des statuts, aura lieu une *Assemblée générale extraordinaire* pour délibérer : 1° sur la proposition d'augmentation de la cotisation personnelle; 2° sur la modification des statuts qui en résulterait.

ORDRE DU JOUR
DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE.

Rapport du Trésorier; rapport des Commissaires des comptes; approbation des comptes et du bilan.

Rapport du Président.

Fixation, pour l'année 1912, des bases de la subvention proportionnelle à laquelle sont soumis les établissements adhérents.

Vérification des résultats des élections faites par les Sections professionnelles pour le renouvellement partiel de la Chambre syndicale.

ORDRE DU JOUR
DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE.

Augmentation de la cotisation personnelle annuelle.

Modification de l'article 8 des statuts.

— MM. les Membres du Syndicat sont instamment priés d'assister à ces Assemblées et, dans le cas où cela ne leur serait pas possible, d'envoyer leur vote par la poste, en se conformant aux instructions de la lettre circulaire qui leur a été adressée à cet effet.

Banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Nous avons l'honneur de rappeler à nos adhérents que le troisième banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité aura lieu le 6 avril 1911, au Palais d'Orsay, sous la présidence de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes.

Nous insistons pour que nos collègues souscrivent en grand nombre à ce banquet, afin d'affirmer l'importance de l'Industrie électrique et resserrer les liens d'intérêt professionnel qui doivent unir ses diverses branches, et nous les prions de bien vouloir nous adresser d'urgence leur bulletin de souscription, conformément aux instructions qui leur ont été adressées à ce sujet.

Modification de la date de la séance de la Chambre syndicale en avril.

MM. les Membres de la Chambre syndicale sont informés que la séance de la Chambre, qui devait avoir lieu le 4 avril prochain, est reportée au mardi 11 avril.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 7 mars 1911.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : MM. Alliot, H. André, Bancelin, J.-M. Berne, Brunswick, Alexis Cance, C. Chateau, Chaussenot, Eschwège, Frager, Gaudet, Grosselin, Guittard, Javaux, Larnaude, de La Ville Le Roulx, Leclanché, Legouëz, Georges Meyer, Marcel Meyer, Minvielle, Roche-Grandjean, Routin, Sauvage, Ch. Tournaire, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. Ducretet, Lecomte, Portevin, E. Sartiaux.

— Le procès-verbal de la séance du 7 février 1911, publié dans *La Revue électrique* du 24 février, est adopté.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques :

1° A titre d'établissements adhérents :

Sur la présentation de MM. Zetter et Legouëz, la COMPAGNIE FRANÇAISE DES CABLES TÉLÉGRAPHIQUES, exploitation, entretien et pose de câbles télégraphiques sous-marins, 38, avenue de l'Opéra, à Paris, inscrite dans la troisième Section professionnelle et représentée par M. A. Focqué, directeur, qui cessera, en conséquence, d'être inscrit à la septième Section ;

Sur la présentation de MM. Zetter et Marcel Meyer, la COMPAGNIE DE LOCATIONS ÉLECTRIQUES, 48, rue Taitbout, à Paris, inscrite dans la sixième S tion professionnelle et représentée par M. L. Davin, .ecteur;

Sur la présentation de MM. Zetter et Genteur, M. Ed. GABREAU, appareillage électrique automatique, 91, rue La Fayette, à Paris, inscrit dans la deuxième Section professionnelle et représenté par lui-même;

Sur la présentation de MM. Weis et Viarmé, la SOCIÉTÉ CORRÉZIENNE D'ÉLECTRICITÉ, appareillage électrique, 16, rue Carnot, à Brive, inscrite dans la deuxième Section professionnelle et représentée par M. Mondot;

Sur la présentation de MM. Meyer-May et Zetter, la SOCIÉTÉ DE MONTAGE ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES, Entreprises d'installations électriques, 31, rue de Constantinople à Paris, inscrite dans la sixième Section professionnelle et représentée par M. Jaubert, administrateur-délégué.

Sur la présentation de MM. Frager et Larnaude, M. BOUCHEROT Paul-Marie-Jochim), Ingénieur conseil, Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles, 64, boulevard Auguste-Blanqui, à Paris.

En raison de la haute compétence technique et pratique dans les questions de constructions de matériel électrique, et sur la proposition de M. le Président de la première Section, la Chambre décide que M. Boucherot sera inscrit à la première Section.

2° A titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième Section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Zetter et Chaussenot M. CROCOSSE (Georges), Ingénieur électricien, 216, rue Saint-Jacques, à Paris.

DÉMISSION D'UN MEMBRE DE LA CHAMBRE. — M. le Président signale qu'à la suite d'un entretien qu'il a eu avec M. L. Mascart, celui-ci retire sa démission de membre de la Chambre, qu'il n'avait donnée que par délicatesse, craignant de ne pouvoir assister régulièrement aux séances.

MODIFICATIONS AUX TABLEAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — La Maison Bréguet informe qu'en raison du départ de M. Wilhelm, elle désignera une autre personne pour la représenter à la quatrième Section.

— La Société anonyme des établissements Adt indique qu'elle sera représentée à l'avenir par M. Favrel, seul délégué aux troisième et cinquième Sections professionnelles.

REMERCIEMENTS. — M. le Président communique une lettre de M. P. Odier et une lettre de M. L. Cazelle qui remercient de leur admission dans le Syndicat.

CORRESPONDANCE. — La Chambre syndicale reçoit communication de la correspondance suivante :

— Lettre du Président de la Chambre syndicale des Constructeurs d'automobiles communiquant la composition de son bureau pour 1911.

— Lettre du Syndicat des mécaniciens, chaudronniers et fondeurs de France communiquant la composition de son bureau pour 1911.

— Lettre du Comité d'organisation de l'Exposition internationale du petit outillage à Anvers communiquant le programme en vue d'adhésion des constructeurs français. Ce programme est tenu à la disposition des adhérents, au Secrétariat du Syndicat.

— Lettre de MM. Pais et Cie, à Damas, demandant la représentation de Maisons françaises.

— Préfecture de la Seine : Avis relatif à la subvention accordée à nos cours professionnels.

— Association philotechnique : Demande de récompenses à décerner à ses élèves en fin d'année.

La Chambre, sur la proposition de son président, accorde quatre médailles de bronze du Syndicat.

— Lettre de M. Bommelaer, ingénieur de 1re classe de la Marine, indiquant les questions sur lesquelles la Marine désire des renseignements pour la préparation de ses cahiers des charges.

La Chambre renvoie la question à l'étude des Sections professionnelles compétentes.

— Lettre du Comité central des Houillères de France communiquant le texte du projet de loi proposé par le Gouvernement pour imposer et régler, dans le cahier des charges des nouvelles concessions de mines, le régime de la participation des ouvriers dans les bénéfices et demandant notre avis.

La Chambre décide de communiquer la question à l'Union des Syndicats de l'Électricité, en vue d'entente pour une action commune avec les différents Syndicats qui en font partie.

TRAVAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — Proposition de M. Grosselin relative à des essais préliminaires à faire sur des câbles et fils, en vue d'avoir des bases pour l'établissement du cahier des charges pour les câbles et fils sous caoutchouc actuellement à l'étude.

Les fabricants devraient fournir gratuitement les câbles et fils nécessaires à ces essais; quant aux frais de participation pour ces essais, il y a lieu d'examiner comment ils seront couverts.

La Chambre, estimant que la question est d'un intérêt



général, charge le président de la soumettre au Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité, en vue d'obtenir sa participation financière à ces essais.

— Lettre de M. Meyer-May faisant des observations sur les chiffres indiqués comme production moyenne annuelle de matériel électrique et demandant que la question soit revue par les Sections.

La Chambre approuve cette proposition et renvoie la question aux Sections pour vérification et nouvel examen.

Questions législatives. — M. le Président communique les observations faites par la Ligue contre l'impôt sur le revenu, le Comité central des Chambres syndicales et l'Union des Industries métallurgiques et minières, pour signaler la nécessité de protester auprès de la Commission du Sénat chargée de l'examen du projet de loi d'impôt sur le revenu, afin d'obtenir des modifications indispensables.

Il indique qu'une lettre a été envoyée à tous les membres de la Commission pour protester.

Jurisprudence. — A la suite d'une Communication de M. Hillairet, des renseignements ont été demandés à Me Gaston Mayer, relativement à un arrêt récent de la Cour de Cassation concernant les droits d'octroi sur le matériel des lignes aériennes.

M. le Président communique la réponse de Me Gaston Mayer contenant la copie de l'arrêt et rappelant les décisions prises précédemment et qui ont servi de précédent pour l'arrêt actuel.

La Chambre constate avec regret que cette décision apporte de nouvelles charges à notre industrie et décide que l'arrêt sera communiqué aux adhérents par une insertion dans *La Revue électrique*.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président communique le compte rendu de la séance du Comité de l'Union du 8 février 1911.

Il signale que le Comité, dans sa dernière séance, a décidé d'accorder sa participation aux essais d'appareils nouveaux destinés à vérifier la qualité des câbles armés, et voté une subvention à cet effet.

Comité central des Chambres syndicales. — M. le Président communique une lettre du Comité central demandant l'augmentation de notre cotisation.

La Chambre renvoie la question, pour examen, au Bureau. Mais comme celui-ci doit être renouvelé à la suite de l'Assemblée générale, il est décidé que c'est le nouveau Bureau qui s'en occupera.

Comité électrotechnique français. — La Chambre prend connaissance du programme communiqué par le Comité électrotechnique français relativement aux questions proposées aux électriciens qui voudraient bien présenter des rapports au Congrès international de Turin, ainsi que des prescriptions à suivre pour la présentation de ces rapports et de tous autres.

Ces renseignements ayant été publiés dans *La Revue électrique* du 24 février 1911, la Chambre insiste auprès des adhérents du Syndicat pour qu'ils s'y reportent et présentent des rapports nombreux sur les questions posées et toutes autres pouvant intéresser notre industrie.

Union des Industries métallurgiques et minières. — L'Union des Industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants qui ont été adressés aux membres de la Chambre syndicale :

N° 471. Retraites ouvrières.

N° 472. Projets sur les grèves des services publics.

N° 473. Code du Travail et de la Prévoyance sociale. Livre premier des conventions relatives au travail.

Bilan et comptes de l'exercice 1910. — M. Larnaude, trésorier, présente à la Chambre les comptes et le bilan de l'exercice 1910.

Il donne connaissance également du projet de budget pour 1911.

La Chambre, après avoir pris connaissance de ces documents, approuve les comptes et le bilan à soumettre à l'Assemblée générale.

— M. le Président communique les projets de résolutions à présenter à l'Assemblée générale ordinaire et à l'Assemblée générale extraordinaire et donne des indications relativement aux lettres et renseignements qui seront envoyés aux adhérents pour assurer le *quorum* en utilisant le vote par correspondance, prévu aux statuts.

Fixation de la date des Assemblées générales. — M. le Président indique que, en raison de la crise ministérielle, la date du banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité n'a pu encore être arrêtée définitivement [1].

Dans ces conditions, et en raison de la nécessité de tenir les Assemblées avant fin mars, conformément à l'article 20 des statuts, la Chambre décide que les Assemblées générales se réuniront au siège social, 9, rue d'Edimbourg, le mercredi 29 mars, à 2 h 30 m.

Documents parlementaires. — M. le Président communique à la Chambre syndicale les projets de loi récemment déposés à la Chambre des Députés, savoir :

N° 66[illegible]. Proposition de loi relative à la réglementation du travail dans les établissements commerciaux.

N° 719. Proposition de loi tendant à compléter l'article premier de la loi du 13 juillet 1906 sur le repos hebdomadaire.

N° 750. Rapport fait au nom de la Commission des Douanes chargée d'examiner la proposition de loi de MM. Desplas et Plichon, tendant à modifier le tarif général des douanes, en ce qui concerne les becs simples pour l'éclairage à l'acétylène.

N° 747. Proposition de loi tendant à modifier l'article 8 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail.

N° 771. Proposition de loi ayant pour objet de modifier la loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3 h 30 m.

Le Secrétaire général, H. Chaussenot.

Le Président, C. Zetter.

[1] Ainsi qu'il est indiqué par la note insérée page 260, ce banquet aura lieu le 6 avril 1911.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au Cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

MINISTÈRE DE LA MARINE. — Circulaire concernant l'approbation et la publication dans le Recueil des conditions particulières des marchés de conditions particulières relatives à certaines fournitures, p. 301.

MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — Décret portant nomination du Directeur des retraites ouvrières et paysannes au Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale, p. 301.

AVIS COMMERCIAUX. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, p. XXI.

Au sujet des formalités pour l'importation aux États-Unis, p. XXI.

Tableau des cours du cuivre, p. XXI.

Offres et demandes d'emplois, voir aux *annonces*, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris

Téléphone : 225-92.

SIXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 11 février 1911.

Présents : MM. Tainturier, président de la Commission; Eschwège, président désigné du Syndicat; Fontaine, secrétaire général; MM. Bitouzet, Blondin, Buffet, Cousin, Daguerre, Della Riccia, Desroziers, Izart, Langlade, Moret, Nicolini, Rolland d'Estape.

Absents excusés : MM. Brylinski, Cotté, David, Roux, A. Schlumberger.

M. le Président souhaite la bienvenue à MM. Neu et Rieunier, nouveaux venus au sein de la Commission.

La Commission donne son assentiment à la nomination de M. Boucherot comme membre de la Commission.

GRILLES MÉCANIQUES. — La Commission demande au Secrétariat de faire reproduire la deuxième partie de la note de M. Nicolini et de l'envoyer aux membres de la Commission avant la prochaine séance.

COMMUNICATION DE M. DAGUERRE RELATIVE AUX RAYONS ULTRAVIOLETS. — M. Daguerre indique qu'il pourrait être intéressant d'inviter à la prochaine séance M. Billon Daguerre, en le priant de faire une communication sur les rayons ultra violets.

La Commission passe ensuite en revue les questions à l'ordre du jour.

Il est convenu que M. Neu donnera une documentation à M. Paré relativement au cahier des charges des Postes et Télégraphes en France pour les poteaux.

Les rapports suivants sont rappelés aux rapporteurs : M. Langlade, mise à la terre; M. Roux, fusibles, etc.

Relativement au projet d'instructions pour les installations électriques à l'intérieur des maisons, il est rappelé que le travail qui a déjà été élaboré une première fois par la Commission intersyndicale est à la veille d'être revu définitivement par le Syndicat des Industries électriques; le projet reviendra ensuite à la Commission technique. En ce qui concerne Paris, la réglementation approuvée en juin 1909 a été seulement publiée en janvier 1910.

En ce qui concerne l'entretien des compteurs, M. Cousin indique que son travail sera prochainement terminé; il est très avancé.

La Commission confie à M. Rieunier la rédaction d'un rapport sur les compteurs d'usines.

A la demande de M. le Président, M. Neu donne quelques aperçus sur les services auxiliaires dans les centrales, notamment en ce qui concerne l'alimentation et la condensation. Il montre la solution qu'on peut obtenir pour ce service par l'huile sous pression qui permet de faire à la fois régler la vitesse et la pression et d'avoir un débit variable avec une pression variable. En ce qui concerne la condensation, il montre l'avantage des procédés Leblanc.

Enfin, M. Neu donne à la Commission des indications sur les lampes à bas voltage au sujet desquelles il a déjà fait paraître diverses notes dans la presse scientifique.

Il est donné lecture des communications du Comité électrotechnique français relatives à la dénomination à donner à la quantité $UI \sin \varphi$, aux unités électriques et au vocabulaire électrotechnique. La Commission demande que la question de la dénomination à donner à la quantité $UI \sin \varphi$ soit confiée au rapport de M. Brylinski qui semble des mieux qualifiés à ce sujet.

M. Nicolini annonce qu'il enverra prochainement une note en réponse à celle de M. Izart.

M. Bitouzet annonce que son travail sur les postes de transformation est très avancé.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 24 février 1911.

Membre actif :

M.

RENAUD (M.), Président du Conseil d'administration de la Compagnie centrale d'Énergie électrique 3, rue Moncey, Paris présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants :

MM.

BACHELARD (R.), Ingénieur I.-E.-N., 21ter, rue Saint-Julien, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Schideler et E. Fontaine.

CIANA (Louis), Électricien, Énergie électrique du Sud-Ouest, rue Font-Pinguet, Périgueux (Dordogne), présenté par MM. Frouart et Beaulavon.

FLAVIEN (Arthur), Chef du service électrique, Usine électrique de Narbonne (Aude), présenté par MM. Roux et E. Fontaine.

HAËGELIN (François), Contremaître électricien, Compagnie du Gaz de Tours, 20, rue du Hallebardier, Tours (Indre-et-Loire), présenté par MM. Danon et Perrin.

MAMLOK (Jacques), Ingénieur électricien, 6, rue Blainville, Paris, présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Usine :

Société Vosgienne d'électricité, à Remiremont (Vosges).

Bibliographie.

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907.

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905 concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (courant continu);

5° Secours à donner aux personnes foudroyées (courant alternatif);

6° Études sur l'administration et la comptabilité des Usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant continu);

8° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant alternatif);

9° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Rapport de la Commission des compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux *desiderata* qui leur ont été soumis par la Commission;

11° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

12° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

13° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

14° Modèle de police d'abonnement;

15° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

16° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes par Ch. Sirey;

17° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

18° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieurs à 2000 volts;

19° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

20° Arrêté technique du 21 mars 1910;

21° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

22° Extraits de l'arrêté technique du 21 mars 1910 (affiche).

(Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et réglementation. — Note de M. Ch. Sirey sur les conséquences de l'article 128 de la loi de finances du 8 avril 1910, concernant le classement et le déclassement des rivières, p. 299.

Jurisprudence et contentieux. — Procès-verbal du Comité consultatif du 6 février 1911, p. 301.

Sociétés, Bilans. — Compagnie parisienne de l'Air comprimé, p. 304.

Chronique financière et commerciale, — Convocations d'assemblées générales, *voir* aux annonces, p. XXI. — Nouvelles Sociétés *voir* aux annonces, p. XXI. — Modifications aux Statuts et aux Conseils, *voir* aux annonces. p. XXI. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI. — Nouvelle usine dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, *voir* aux annonces, p. XXXIII. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir* aux annonces, p. XXXIII.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

USINES GÉNÉRATRICES.

Les usines hydroélectriques de la Suède [suite (1)].

USINES DIVERSES. — Toutes les usines décrites précédemment comportent des turbines à axe horizontal. Bien que ce soit là le cas le plus général, beaucoup de stations comportent des turbines à axe vertical et des génératrices du type « ombrelle », principalement dans le cas de faibles hauteurs de chutes où ce type présente des avantages. La figure 10 donne la vue intérieure d'une station de ce genre.

Pour augmenter la vitesse angulaire des génératrices dans le cas des faibles chutes, la pratique suédoise consiste à supprimer les engrenages et à adopter l'accouplement direct. A Nygvarn se trouve une station dans laquelle les turbines comprennent chacune 4 roues, avec

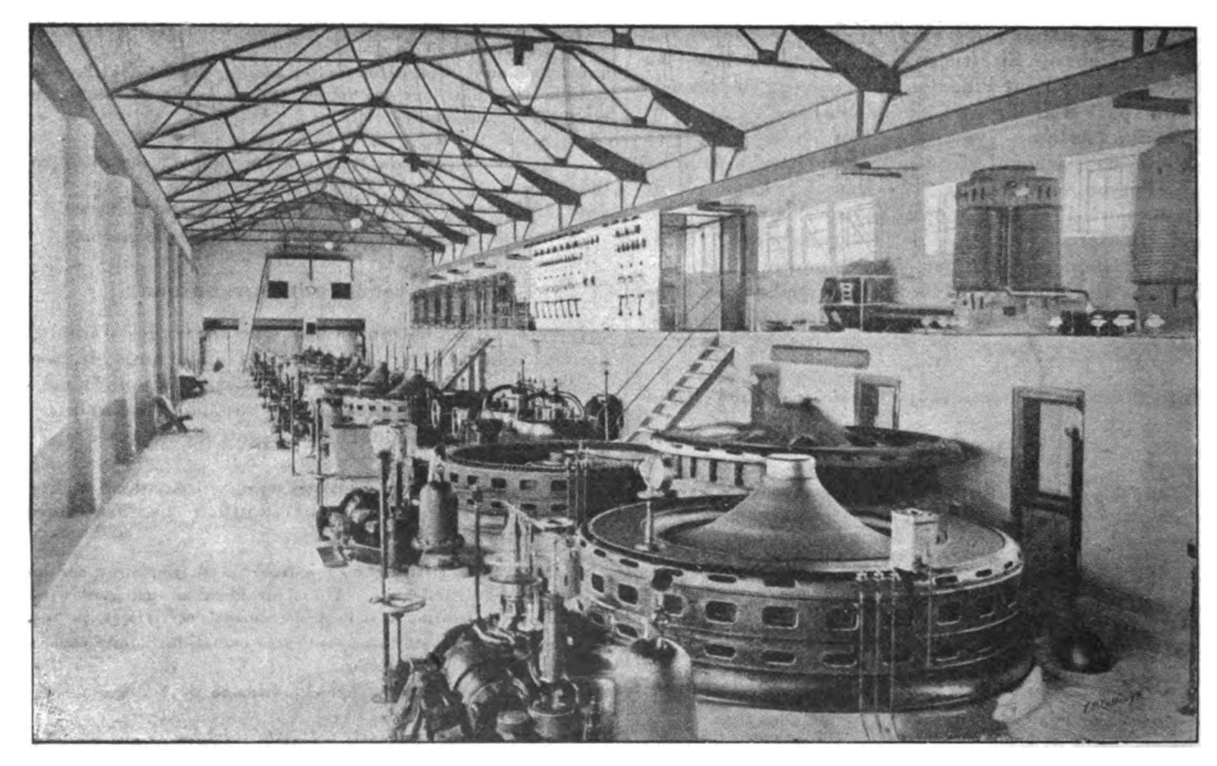


Fig. 10. — Vue intérieure de l'usine génératrice de Näs, Horndal (turbines à axe vertical).

arbres verticaux. La chute est de 4,10 m et la vitesse des turbines est de 150 t : m. Les turbines à 4 roues sont d'une puissance de 500 chevaux. La figure 11 montre une disposition de turbines à 2 roues de 680 chevaux, 107 t : m, en service à Avesta Lillfors, avec une chute de 3 m environ.

Une autre catégorie très intéressante de groupes turbo-générateurs, brevetée par M. Böving, consiste dans l'emploi de deux roues tournant en sens opposés, l'arbre de l'une tournant à l'intérieur de l'arbre creux de l'autre. Sur ces deux arbres sont montés respectivement l'armature et l'inducteur de la génératrice, qui tournent ainsi l'un et l'autre, mais en sens opposés. Le résultat est que, pour une vitesse et une fréquence données, la génératrice a un nombre de pôles réduit de moitié par rapport à une machine dont l'inducteur seul serait tournant; en d'autres termes, cela équivaut à doubler la vitesse de la génératrice.

Plusieurs groupes de ce système sont en service depuis longtemps, à Hellefors, et donnent toute satisfaction.

On a essayé sans succès d'appliquer les paliers à billes

(1) Voir *La Revue électrique*, t. XV, 10 et 24 février 1911, p. 113-118 et 169-174.



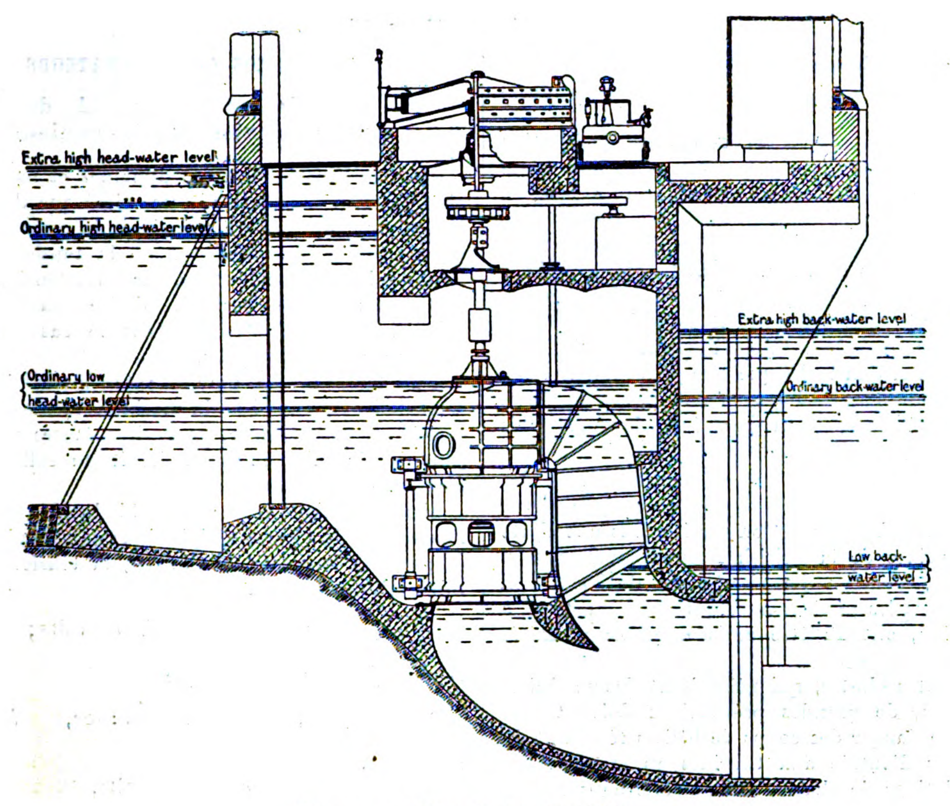


Fig. 11. — Usine de Avesta Lillfors.

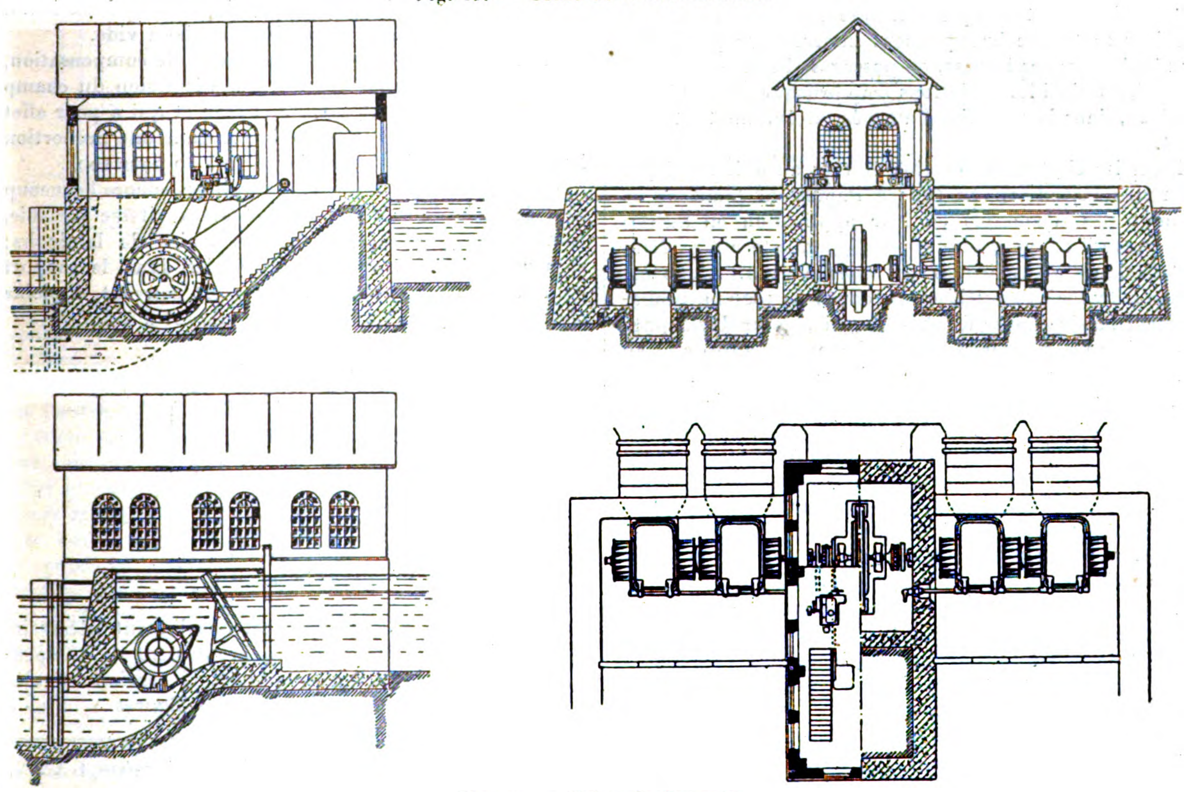


Fig. 12. — Usine de Korsnäs.

pour supporter la charge des arbres verticaux; il est maintenant d'usage presque général d'employer des paliers hydrauliques.

La figure 12 présente un autre cas unique : une station située à Korsnäs dans laquelle pas moins de huit roues de turbines sont montées sur un même arbre horizontal. La chute, dans ce cas, n'est que de 1,80 m et malgré l'emploi de ces huit roues la vitesse n'est que de 107 t : m et la puissance de 420 chevaux. Les installations à chute aussi faible, utilisant des quantités d'eau énormes par cheval développé, sont évidemment excessivement coûteuses relativement à leur faible débit d'énergie. Cela ressortira mieux si l'on remarque que les roues de l'installation précédente auraient, sous une chute de 12 m par exemple, développé non pas 420 chevaux, mais environ 7000.

Dans le cas de hautes chutes on peut employer des turbines à une seule roue. Une turbine de ce type, d'une puissance de 3300 chevaux, est en service sous une chute de 88 m aux usines de la British Aluminium Company, à Stangfjorden, Norvège. La vitesse est de 300 t : m et à cette vitesse les génératrices, qui sont du type à courant continu, ont dû être divisées en deux unités de 1100 kw.

Avec les hautes chutes, qui nécessitent des conduites d'amenée d'eau, de grandes précautions doivent être prises contre le danger des coups de béliers résultant du jeu des vannes d'entrée aux turbines au moment des brusques variations de charge. On emploie dans ce but des bypass de soulagement dont les vannes s'ouvrent automatiquement chaque fois que l'arrivée d'eau aux turbines se trouve brusquement interrompue par le jeu du régulateur; ces bypass, ou passages d'eau auxiliaires, empêchent ainsi les variations trop brusques de la vitesse de l'eau, dans la conduite d'amenée, et évitent tout accident.

Dans les chutes encore plus élevées on doit employer les roues Pelton, ou du type à impulsion. L'auteur ne connaît pas d'exemple de leur application en Suède; par contre il donne quelques renseignements sur les deux installations norvégiennes à roues Pelton. L'une est située à Tya, où l'on utilise une chute de 1000 m, probablement la plus haute du monde entier, pour développer une puissance d'environ 70 000 chevaux. L'autre station à roues Pelton est celle de Rjukanfos, également en Norvège, où la chute est d'environ 305 m; les unités seront de 14 500 chevaux chacune. Il est intéressant de noter les faibles dépenses de premier établissement que présentent de telles installations. D'après les calculs de l'Association hydraulique des pays scandinaves, dont l'auteur fait partie, l'installation de Tya est estimée à environ 13 250 000 fr, soit un peu moins de 190 fr par cheval développé sur l'arbre de la turbine.

Lorsque la déclivité du sol ou toute autre raison empêche de construire un canal d'amenée à ciel ouvert, on emploie souvent des conduites en bois. Ces conduites, très économiques, sont constituées par des madriers de 7 cm à 10 cm d'épaisseur, frettés à intervalles assez rapprochés par de solides cercles de fer. De telles conduites ne peuvent évidemment être employées avec avantage que dans le cas de faibles hauteurs de chute. G. S.

DYNAMOS ET ALTERNATEURS.

Enroulement en parallèle double avec connexions équipotentielles [1].

Dans la construction des dynamos et moteurs à courant continu à grande vitesse, ainsi que dans celle des commutatrices, l'effort principal du constructeur doit porter sur la détermination de la tension entre deux lames voisines du collecteur, car cette tension doit rester au-dessous d'une certaine limite, malheureusement assez rapidement atteinte dans le cas des machines dont nous nous occupons.

Une tension trop grande entre lames du collecteur rend délicat l'emploi de la machine, même si la commutation est satisfaisante, de petites causes suffisant pour produire la mise en court-circuit du collecteur par sa surface.

Si nous désignons par $\mathfrak{B}_{max}$ l'induction maxima dans l'entrefer, v la vitesse périphérique de l'induit en cm : sec et par l la longueur de l'induit, la tension aux extrémités d'une spire est

$$e_{max} = \mathfrak{B}_{max} v 2 l . 10^{-8} \text{ volts};$$

si nous prenons par exemple

$$\mathfrak{B}_{max} = 7000, \quad v = 6000 \text{ cm : sec}, \quad l = 50 \text{ cm},$$

on a alors

$$e_{max} = 42 \text{ volts},$$

comme valeur de la tension maxima entre deux lames du collecteur, quand la machine marche à vide.

Si la dynamo n'a pas d'enroulement de compensation, le courant dans l'induit cause une distorsion du champ magnétique, croissant avec la charge et qui a pour effet d'augmenter la tension entre lames dans une proportion importante et qui peut atteindre 20 à 30 pour 100.

L'influence de la réaction d'induit est encore beaucoup plus sensible dans le cas de moteurs à vitesse variable, comme ceux qui actionnent des trains de laminoirs; si par exemple la vitesse doit varier dans le rapport de 1 à 2, la tension entre lames est souvent, à pleine charge, plus que double de ce qu'elle est à vide.

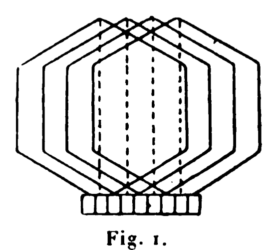


Fig. 1.

On voit dans ce cas qu'il est absolument nécessaire de prévoir, sur la machine, un enroulement de compensation ou bien de diviser par deux la tension calculée à l'aide de la formule ci-dessus. Les figures 1, 2 et 3

(1) F. PUNGA, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXIX, 1er janvier 1911, p. 7.

montrent diverses solutions de ce problème qui, croyons-nous, n'ont pas reçu d'application, car elles présentent de nombreux inconvénients.

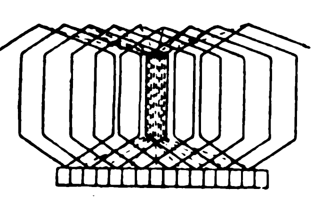


Fig. 2.

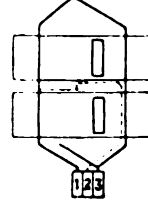


Fig. 3.

L'auteur propose une autre méthode dont il a fait de nombreuses applications avec succès; la figure 4 représente cet enroulement, qui est en réalité un enroulement

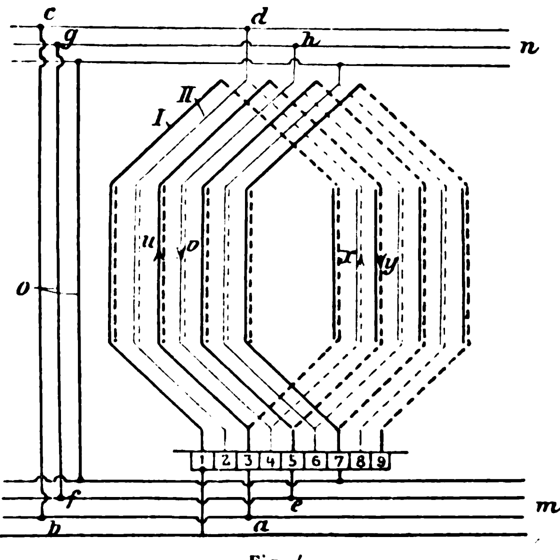


Fig. 4.

en parallèle double dont les connexions équipotentielles sont disposées moitié d'un côté (*m*) et moitié de l'autre (*n*).

Tous les cercles équipotentiels (ou quelques-uns seulement) d'un côté sont reliés aux cercles correspondants de l'autre (O) et de cette manière est obtenue la demi-tension entre lames du collecteur. Les avantages de cet enroulement sont les suivants : 1° toutes les lames sont placées dans les mêmes conditions; 2° les conducteurs reliant les cercles ne sont parcourus normalement par aucun courant, ils servent seulement à déterminer le potentiel de certains points de l'enroulement; leur section peut donc être très faible; 3° le nombre de ces conducteurs peut être réduit à un sans nuire au bon fonctionnement.

Il peut cependant arriver que, pour certaines distributions de l'enroulement dans les encoches de l'induit, des courants de circulation se produisent qui augmentent notablement les pertes de la machine et contribuent à échauffer l'enroulement induit; l'auteur attire particulièrement l'attention sur ce point.

La figure 5 montre l'induit d'un moteur de 1500 chevaux enroulé d'après ce système; le nombre de tours du moteur varie de 345 à 550 en fonctionnant à pleine charge; la tension moyenne entre lames est égale à 7,5 volts

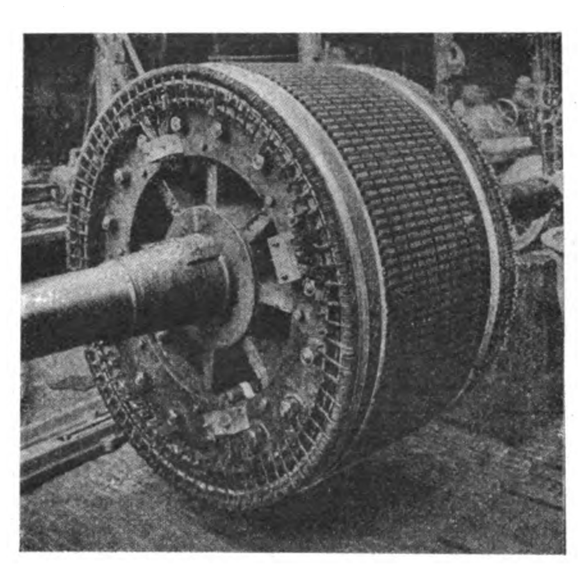


Fig. 5.

à vide et la tension maxima à pleine charge et grande vitesse est égale à 18,5 volts, de sorte que le court-circuit autour du collecteur est absolument impossible.

Ce système peut encore être appliqué avec succès à la construction des dynamos à très basse tension sans emploi de pôles auxiliaires. E. B.

La construction de l'inducteur des turbo-alternateurs, principalement pour les puissantes unités à grande vitesse angulaire.

Dans une récente communication à l'Institution anglaise des Ingénieurs électriciens, M. MILES WALKER a ouvert la controverse entre l'inducteur à pôles saillants et l'inducteur type cylindrique. En raison de l'autorité de l'auteur en matière de construction électrique, nous donnerons l'analyse détaillée de cet intéressant travail et signalerons en note les principaux points de la discussion à laquelle il a donné lieu.

L'auteur s'est proposé d'expliquer pourquoi le type d'inducteur cylindrique, ou en tambour, permet d'obtenir, d'un diamètre de rotor donné, le plus grand débit ou effet utile possible; il décrit les dispositifs adoptés par différents constructeurs pour maintenir ou supporter les enroulements et, en dernier lieu, examine les limites possibles de la puissance.

NÉCESSITÉ DE CONSTRUIRE DE PUISSANTES UNITÉS GÉNÉRATRICES A GRANDE VITESSE ANGULAIRE. — En ce qui concerne le choix de l'inducteur des turbo-alterna-

(1) MILES WALKER (*Journal of the I. E. E.*, t. XLV, n° 203, 1910, p. 319-362).

teurs, l'opinion des constructeurs est actuellement partagée. Les deux types d'inducteur en présence, type à pôles saillants et type cylindrique, semblent jusqu'ici avoir donné l'un et l'autre de bons résultats. La question présente cependant un intérêt considérable, en raison de la tendance actuelle à construire des unités de plus en plus puissantes pour des vitesses angulaires très élevées. Le turbo-alternateur de l'avenir devra pouvoir fournir un très grand débit sans que son diamètre soit excessif et devra présenter en outre dans sa marche un haut facteur de sécurité.

On peut prévoir que, dans un avenir prochain, la puissance des grandes unités atteindra 15000 ou 20000 kw. L'auteur indique comme suit les différentes étapes parcourues depuis 30 ans : en 1880, une machine de 10 kw était considérée comme de puissance respectable; en 1885, c'était une machine de 100 kw; en 1890, 300 kw; en 1895, 500 kw; en 1900, 1000 kw; en 1905, 5000 kw; en 1910, on a des turbo-génératrices de 10000 kw et des génératrices à turbines hydrauliques de 17000 kw.

Une telle évolution ne peut que se prolonger encore, car les avantages des puissantes unités, sous le rapport du coût de l'énergie produite et des frais de premier établissement, ont déjà attiré l'attention des industriels, dans tous les domaines où pénètre l'électricité. L'avenir semble donc ouvert à l'installation de puissantes usines génératrices comportant des frais de premier établissement réduits. Les grosses unités employées dans ces usines seront généralement, d'après l'auteur, des turbines à action de grande puissance et de très grande vitesse.

Le type d'inducteur a poles saillants et le type d'inducteur cylindrique. — Les considérations précédentes ont amené l'auteur à rouvrir la discussion entre

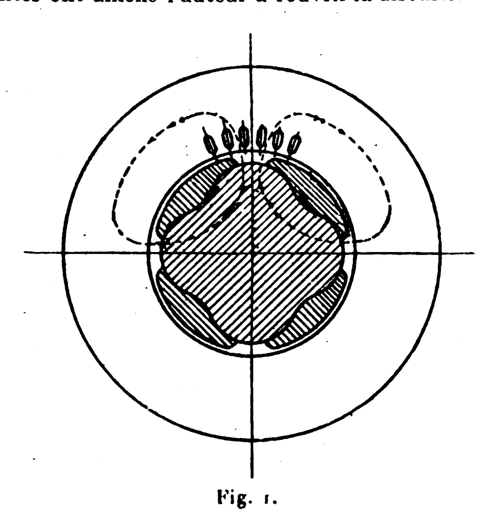


Fig. 1.

les deux types d'inducteur et à considérer leurs avantages et inconvénients, en se référant plus spécialement à leur application aux machines de très grand débit et de vitesse très élevée. Examinons d'abord les caractères essentiels d'un inducteur et les conditions auxquelles il doit satisfaire. Nous tiendrons comme admis que l'inducteur est la partie tournante, parce qu'il est difficile de supporter convenablement un enroulement d'induit tournant exécuté pour un haut voltage, et qu'il n'est pas désirable de collecter par des bagues du courant à 6000 ou 11000 volts.

La figure 1 montre la section transversale de l'alternateur. Le rôle de l'inducteur, que nous prendrons comme ayant quatre pôles, est de produire un champ magnétique qui traverse l'entrefer dans une direction radiale et retourne au noyau inducteur en se fermant à travers l'armature fixe. Pour produire ce flux, nous devrons avoir un enroulement disposé de façon à donner naissance à une force magnétomotrice dans le sens indiqué par les lignes pointillées de la figure 1.

Les deux facteurs de l'effet utile. — L'effet utile d'un inducteur [1] est proportionnel au produit de deux facteurs :

1° La section du fer au passage du flux;

2° Les ampères-tours de l'enroulement de cuivre.

La section de passage du flux serait la plus large possible si le rotor consistait en un cylindre en fer massif remplissant l'espace entier, auquel cas il n'y aurait évidemment pas de place pour le cuivre. Le nombre d'ampères-tours serait le plus grand possible si l'espace entier était rempli par un enroulement de cuivre, auquel cas il n'y aurait pas de fer pour conduire le flux. La disposition théorique la meilleure serait à peu près celle montrée par la figure 1, dans laquelle le fer et le cuivre sont disposés aux endroits où ils sont le plus utile, tout en se contrariant le moins possible mutuellement. Une telle disposition idéale du fer et du cuivre serait évidemment difficile à réaliser en construction industrielle, mais le type de rotor qui s'en rapprochera le plus sera celui qui donnera le plus grand débit dans le plus faible espace.

L'une des principales considérations qui déterminent la disposition du fer et du cuivre sur un rotor de turbo-alternateur est celle qui résulte de la nécessité de maintenir solidement les diverses parties pour vaincre l'action puissante de la force centrifuge.

La construction du type a poles saillants. — A première vue, ce type semble offrir de grandes facilités pour supporter et maintenir l'enroulement de cuivre, car les pôles peuvent être faits avec bordure en saillie. La figure 2 montre l'inducteur d'un turbo-alternateur à quatre pôles précédemment décrit devant l'Institution. Au point de vue mécanique, c'est là une excellente construction.

Dans le cas de grandes vitesses périphériques, un dispositif auxiliaire est nécessité pour maintenir solidement les bobines indépendantes. La figure 3 montre le type qu'on pourrait employer. Ici la bobine de chaque pôle

[1] L'auteur emploie l'expression, jugée d'ailleurs impropre au cours de la discussion, de *puissance ou débit d'un inducteur* (output of a field magnet) pour mieux faire ressortir ce fait que, de même qu'il y a une limite au débit d'une armature, de même, dans un alternateur possédant un inducteur déterminé et marchant à une certaine vitesse, il y a un certain nombre de kilovolts-ampères à un cosinus φ déterminé qui ne peut pas être dépassé, par suite des limites imposées par les deux facteurs considérés : section du fer et ampères-tours. (*N. d. T.*)



comprend quatre parties bobinées dans des rainures pratiquées sur un noyau massif d'acier forgé. Si l'on

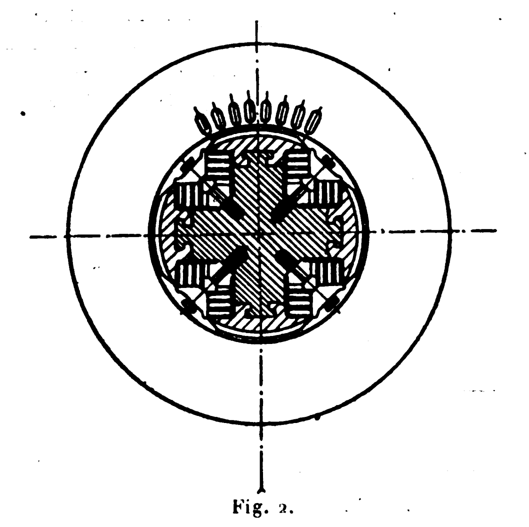
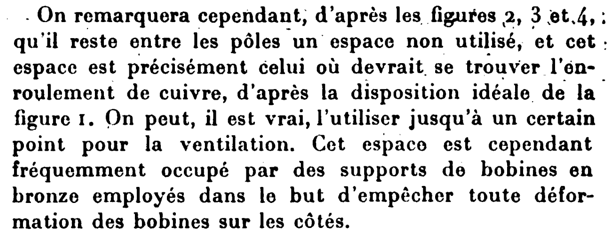


Fig. 2.

désire employer des tôles, on pourra adopter le type de la figure 4. Des turbo-alternateurs de ces divers types ont été construits avec succès.



On remarquera cependant, d'après les figures 2, 3 et 4, qu'il reste entre les pôles un espace non utilisé, et cet espace est précisément celui où devrait se trouver l'enroulement de cuivre, d'après la disposition idéale de la figure 1. On peut, il est vrai, l'utiliser jusqu'à un certain point pour la ventilation. Cet espace est cependant fréquemment occupé par des supports de bobines en bronze employés dans le but d'empêcher toute déformation des bobines sur les côtés.

Avec les dispositions des bobines montrées par les figures 2, 3 et 4, la section du noyau polaire est forcément réduite et par suite l'un des facteurs de l'effet utile se trouve réduit. On remarquera que la réduction du flux total d'une génératrice entraîne une réduction de son débit dans une mesure qui ne pourra jamais être tout à fait compensée par l'augmentation des ampères-tours; le débit de l'armature se trouve en effet toujours limité, pour raison d'échauffement, à un nombre défini d'ampères-conducteurs par centimètre de périphérie, tandis que la capacité ou puissance en flux porté du fer de l'induit peut être accrue dans de grandes limites par l'augmentation du diamètre extérieur de cet induit.

Un type d'inducteur qui écarte de façon très efficace la nécessité de maintenir les bobines sur les côtés est celui de la figure 5, où chaque pôle consiste en plusieurs noyaux polaires cylindrique disposés côte à côte sur un

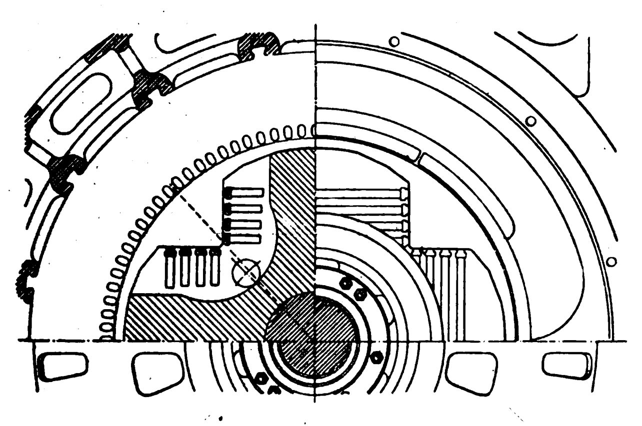


Fig. 3.

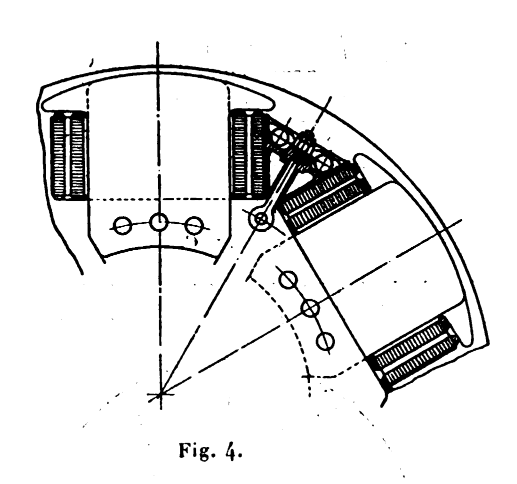


Fig. 4.

noyau central. Ce mode de construction a cependant l'inconvénient de réduire encore plus la section de passage du flux, mais il laisse un grand espace libre pour la ventilation.

Avec le type à pôles saillants, les extrémités des bobines sont facilement maintenues. De plus, les bobines sont de forme relativement simple et, par suite, de construction peu onéreuse; la longueur de la spire moyenne n'est pas grande pour une section donnée du fer. Les bobines peuvent être aisément remplacées [1].

La construction du type d'inducteur cylindrique — L'avantage du type cylindrique à enroulement dis-

[1] M. Cooper a fourni les renseignements suivants sur quelques modes de construction de l'inducteur à pôles saillants ou types dérivés :

L'alésage du rotor pour le passage de l'arbre étant une cause d'affaiblissement au point de vue mécanique, on a songé à forger l'arbre et le rotor d'une seule pièce. Pour les rotors de grandes dimensions, c'était là un travail presque impossible; aussi en arriva-t-on, dans le même ordre d'idées, à la construction indiquée par les figures A et B, pour un inducteur à quatre pôles. L'inducteur est ici en deux parties, comprenant chacune la moitié du rotor et la partie d'arbre correspondante forgées en une seule pièce; les deux parties sont ajustées soigneusement et maintenues assemblées par trois gros boulons à chaque pôle. Dans d'autres cas, cette disposition a été modifiée en intercalant une partie massive centrale entre deux parties constituant les extrémités et forgées d'une seule pièce avec la partie correspondante de l'arbre.

Dans un inducteur à deux pôles, l'arbre réduit considérablemen

6...



tribué ([1]), tel qu'il est montré par les figures 6 et 7, consiste en ce qu'il permet d'utiliser une grande partie de la périphérie, aussi bien pour conduire le flux que pour porter des ampères-tours. Pour que la génératrice à construire ait une bonne régulation, il est nécessaire qu'à vide le nombre d'ampères-tours sur l'inducteur soit

l'espace disponible pour l'enroulement. Le fait est montré par la figure C, dans laquelle les hachures indiquent les parties qui peuvent être bobinées. Si les bouts d'arbre pouvaient être démontables, l'enroulement pourrait s'étendre à la partie comprise entre les

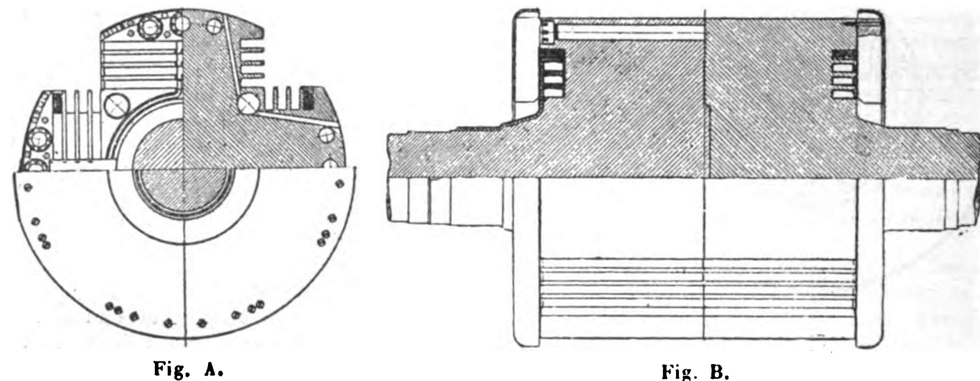


Fig. A. Fig. B.

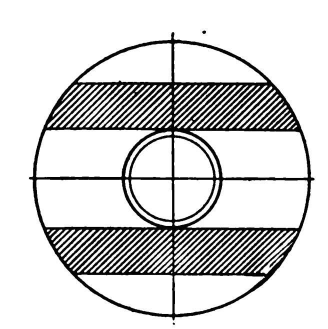


Fig. C.

surfaces hachurées. Cette idée a été appliquée dans les inducteurs du type représenté par les figures D et E. On remarquera que l'inducteur proprement dit consiste en une simple masse cylindrique en acier forgé, dont l'enroulement, logé dans des encoches, traverse la partie centrale. Lorsque l'enroulement est terminé, on fixe à chaque extrémité de la partie cylindrique, à l'aide de quatre énormes vis, les deux flasques portant les bouts d'arbre. Pour que ces flasques ne causent pas une dispersion magnétique excessive on les construit en bronze, métal non magnétique. Dans le cas de la figure, les bouts d'arbre se terminent par une sorte d'épanouissement portant des dents en queue d'aronde; le bronze des flasques est coulé autour de cet épanouissement. La solidité de cette construction, qui semble pourtant audacieuse, est démontrée par ce fait qu'on a pu marcher à 3000 et 3600 tours par minute sans atteindre la vitesse critique. On a construit des machines de ce type pour un débit variant de 2000 à 3000 kw, et une vitesse angulaire de 3600 t : m. M. Cooper croit toutefois devoir ajouter que ce mode de construction donne lieu, pour une puissance donnée, à des machines plus grandes que celles construites d'après le type préconisé par M. Walker (*Discussion*, p. 341

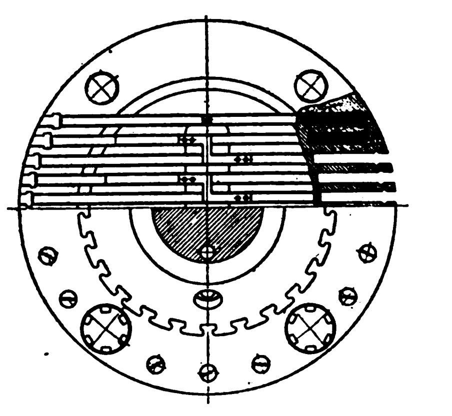


Fig. D.

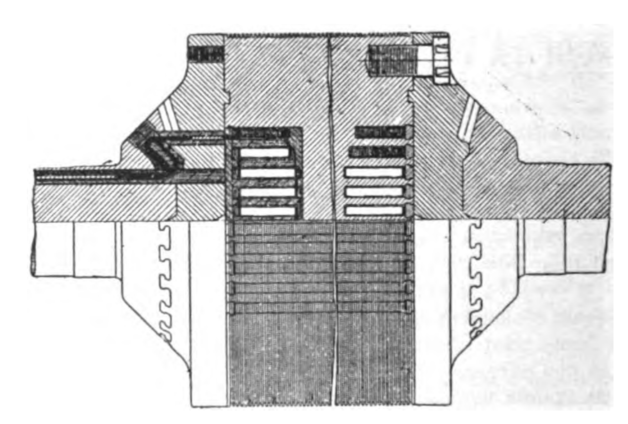


Fig. E.

([1]) C'est M. Charles Brown qui aurait le premier préconisé l'emploi du type de rotor cylindrique avec un enroulement plus ou moins distribué à la périphérie. M. Ch. Brown prit un brevet en 1901, et un rotor de ce type, construit vers cette époque par la Maison Brown, Boveri et Cie, est encore en service à la Station Neptune Bank de la Newcastle Electric Supply Company. Depuis sa mise en place, il a toujours marché de façon satisfaisante (M. Law, *Discussion*, p. 342).



supérieur au nombre d'ampères-tours sur l'armature. Lorsque la masse polaire et le fer d'armature offrent une

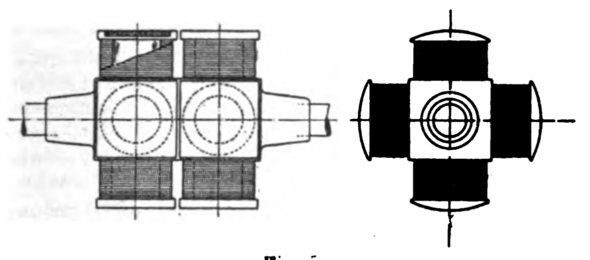


Fig. 5.

très faible réluctance, la condition précédente entraîne la nécessité d'intercaler dans le circuit magnétique une partie présentant une réluctance élevée, par exemple un grand entrefer, de façon qu'à vide les ampères-tours de l'inducteur atteignent la valeur nécessaire. On voit dès lors que le type d'inducteur cylindrique, avec ses dents et encoches, réalise immédiatement ces conditions; le trajet du flux magnétique se trouvant en effet rétréci à l'endroit des dents, il en résulte une chute du potentiel magnétique semblable à celle qui se produirait dans un entrefer. Les dents et les encoches peuvent donc être considérées comme tenant lieu, dans une certaine mesure, d'un large entrefer; en fait, les dents saturées ainsi employées fournissent même une caractéristique meilleure qu'un entrefer, comme il est montré plus loin. De plus, l'espace occupé par les dents ne gêne pas sérieusement l'enroulement inducteur; ces dents permettent au contraire, par la grande surface de refroidissement qu'elles

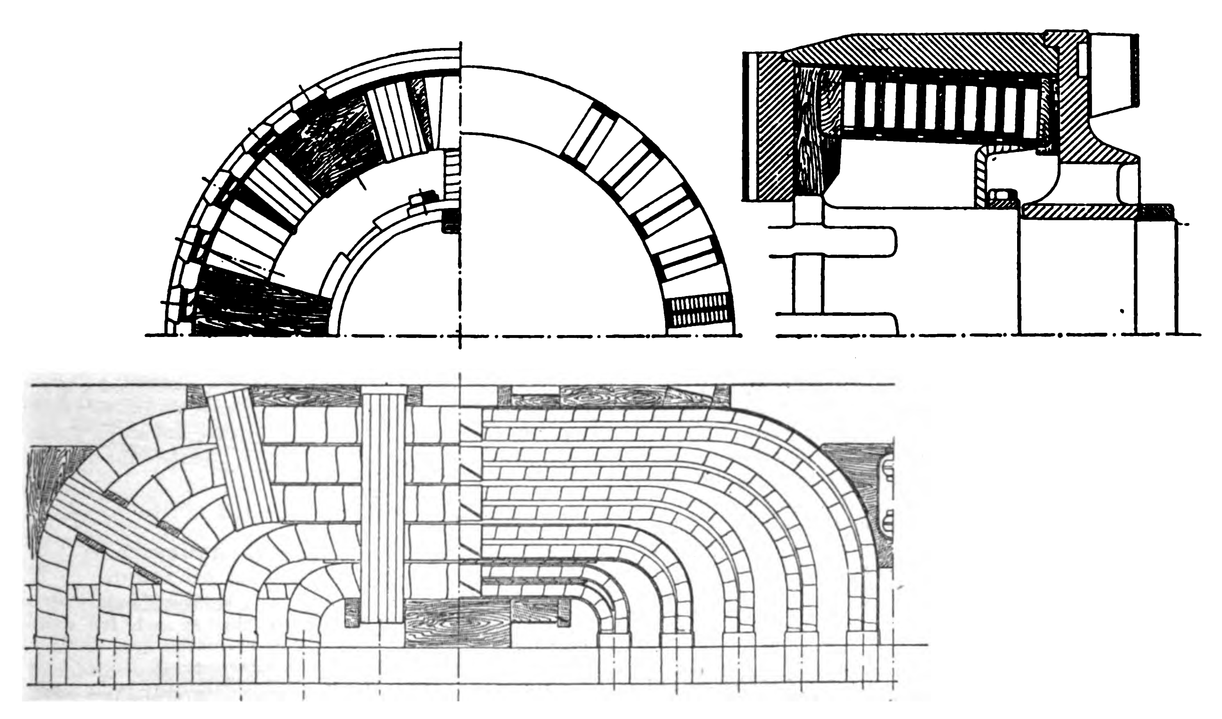


Fig. 6.

offrent, de dissiper plus aisément la chaleur du cuivre et d'admettre ainsi une densité de courant plus élevée dans l'enroulement inducteur.

On voit donc qu'avec la disposition indiquée par les figures 6 et 7 le fer et le cuivre, qui, jusqu'à un certain point, semblent se contrarier mutuellement, en réalité s'assistent l'un et l'autre. La masse de fer qui se trouve au-dessous des encoches présente une section tellement large au passage du flux, qu'on peut aisément se permettre d'y pratiquer plusieurs gros trous allant d'un bout à l'autre et conduisant l'air aux évents ou canaux de ventilation disposés radialement. Ainsi, avec le type d'inducteur cylindrique, on obtient une très grande surface de refroidissement pour l'enroulement de cuivre; la chaleur se dissipe dans le noyau de fer et, de là, par les nombreux évents, dans l'air ambiant.

En pratique on trouve que le cuivre disposé dans de telles encoches peut supporter deux fois plus d'ampères-tours par centimètre carré que le cuivre enroulé en bobine de deux pouces et demi d'épaisseur (63,5 mm).

Un inconvénient du type cylindrique est que la longueur de la spire moyenne, pour une section de fer donnée est plus grande que dans le type à pôles saillants [1].

---

[1] M. Turner donne quelques renseignements intéressants sur le rotor construit par l'A. E. G. :

Partant de ce fait bien connu que la puissance d'un turbo-alternateur de vitesse donnée est limitée, non pas tant par la

Dispositifs employés pour supporter les connexions d'extrémités. — La principale difficulté, rencontrée dans la construction des premiers inducteurs cylindriques à enroulement distribué dans des encoches,

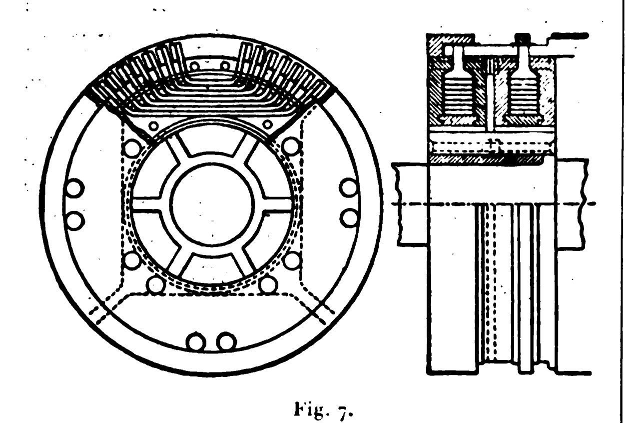


Fig. 7.

consistait à supporter et à refroidir les connexions allant d'une encoche à l'autre, à chaque extrémité du rotor. Un des nombreux dispositifs employés est celui dans lequel les connexions forment un enroulement en tambour analogue à celui employé pour les armatures à courant continu. Ce type possède les avantages suivants : tous les conducteurs ont la même forme, et les connexions qui les relient sont exécutées très aisément au moyen de petits raccords placés à leurs extrémités. L'isolation de l'enroulement peut se faire de façon très efficace, et lorsque cet enroulement est bien construit et assujetti solidement, par fil d'acier ou anneaux métalliques placés sur les connexions d'extrémités, son équilibre se trouve parfaitement assuré.

La figure 6 montre un autre type. Il consiste en bobines concentriques; c'est peut-être le meilleur type d'enroulement à employer lorsque le courant d'excitation est faible (par exemple 50 à 100 A sous voltage élevé) et où, par suite, on doit loger dans chaque encoche un grand nombre de conducteurs de section relativement réduite. Cet enroulement peut être maintenu par un anneau métallique placé sur les extrémités, comme il est montré par la figure 6, ou bien au moyen d'une sorte de gaine ou fourreau, assujetti par de nombreux rivets ou boulons.

Un autre dispositif employé pour maintenir les connexions d'extrémités est indiqué par la figure 7. Ici les connexions d'extrémités consistent en lames de cuivre épousant la forme requise, isolées les unes des autres et assemblées de façon à former un bloc rigide en forme d'éventail. Quatre blocs semblables sont montés sur un

turbine elle-même, mais par le rotor de l'alternateur, l'A. E. G. construit un type unique permettant d'atteindre une très grande vitesse périphérique, pas moins de 110 m par seconde. Cette maison construit ainsi des turbo-alternateurs jusqu'à 3000 kw à 3000 t : m.

La figure F montre une section à travers un noyau de rotor bipolaire. La partie centrale, ou noyau proprement dit, consiste en une pièce massive en acier, forgée d'une seule pièce avec l'arbre. On a construit un noyau de ce genre qui pesait 29 tonnes. On remarquera que les dents formant les encoches et indiquées en noir sur la figure sont distinctes du noyau proprement dit. Les bobines sont figurées dans les encoches où elles sont serrées par des cales en acier ou en bronze. Les dents sont fixées sur le noyau par assemblage en queue d'aronde.

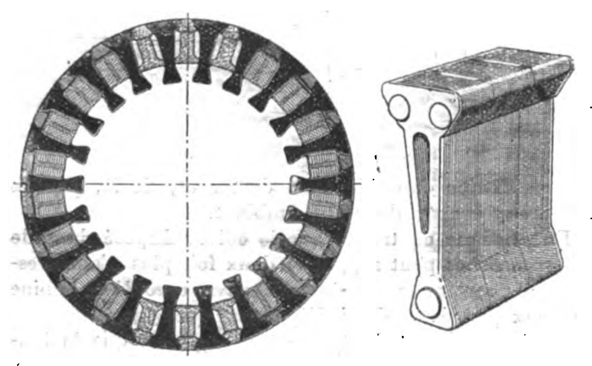


Fig. F. Fig. G.

La figure G montre le détail des dents qui sont constituées par des tôles d'acier rivées ensemble. Avant le montage, un certain nombre de ces tôles, prises au hasard, sont essayées à la traction et à la flexion. La charge de rupture n'est pas moins de 60 kg par millimètre carré.

La figure H montre les bobines du rotor. Elles sont en cuivre méplat enroulé sur champ au tour et isolé au mica. La figure I

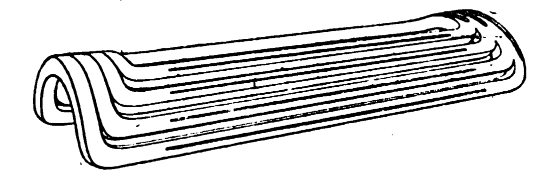


Fig. H.

montre le rotor presque terminé. Dans la figure J, le rotor est complètement achevé. Il est alors équilibré, et on le fait tourner

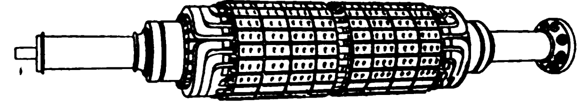


Fig. I.

pendant assez longtemps à une vitesse supérieure de 50 pour 100 à la vitesse de pleine charge, ce qui a pour effet de multiplier

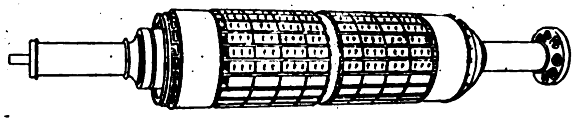


Fig. J.

par 2,25 les actions mécaniques qui s'exercent en marche normale sur les parties internes. L'équilibre est alors à nouveau vérifié ; s'il n'est pas parfait, on rebobine le rotor jusqu'à ce qu'il résiste absolument à l'épreuve. (Turner, *Discussion*, p. 355-356.)

moyeu approprié où sont pratiquées des rainures en forme de V. Le tout est alors serré entre des flasques d'acier portant elles-mêmes des rainures en V dans lesquelles sont logés des disques en mica de même forme, tout comme dans la construction d'un collecteur de machine à courant continu. Un grand nombre d'inducteurs ont été construits d'après ce système pour des machines fonctionnant à très grandes vitesses périphériques; ils se sont comportés excellemment, tant au point de vue mécanique qu'au point de vue électrique.

Les points importants qu'il faut observer dans la construction de l'enroulement d'un inducteur de turbo-alternateur sont les suivants :

1. Bien que l'inducteur soit excité à un voltage relativement faible, 125 ou 240 volts, l'isolation doit être exécutée avec le plus grand soin. On a remarqué que la poussière qui se dépose sur les parties tournantes des turbo-génératrices peut, dans certains cas, être si fortement comprimée par la force centrifuge, qu'elle devient beaucoup plus conductrice que celle qui se dépose sur les machines à faible vitesse. On a pu constater des pertes sérieuses de courant dues à l'encrassement de l'isolement dans des inducteurs dont la tension ne dépassait pas 50 volts.

2. La nature de l'isolement doit être telle que, après séchage, les conducteurs ne doivent pas pouvoir bouger dans le sens radial.

3. On devra tenir compte de la dilatation et de la contraction du cuivre.

4. Des dispositifs seront prévus pour le refroidissement des connexions d'extrémités.

5. Le mode de construction sera tel qu'une réparation d'une partie de l'enroulement puisse s'exécuter en touchant le moins possible au reste de l'enroulement.

(*A suivre.*) G. S.

TRANSFORMATEURS.

Observation des harmoniques dans les ondes de courant et de potentiel des transformateurs (1).

Dans une communication sur ce sujet, présentée à l'American Institute le 28 septembre 1906 et analysée dans *La Revue électrique* du 30 janvier 1907, MM. les Dr Bedell et E.-C. Tuttle ont montré comment les ondes complexes de courant peuvent être formées en combinant avec un harmonique fondamental des harmoniques de fréquence triple, d'amplitudes et de déphasages différents. Ils sont arrivés aux conclusions suivantes :

1° Quand une force électromotrice sinusoïdale est appliquée à un enroulement renfermant du fer, le courant alternatif produit est déformé par la présence d'un harmonique d'ordre 3.

2° Cet harmonique est en avance sur le fondamental d'un angle φ, qui est supérieur à 30° et inférieur à 180°.

3° Prenant pour unité le maximum du fondamental, le maximum de cet harmonique ne peut dépasser une valeur définie qui est environ 0,192 pour $\varphi = 30°$ et 0,333 pour $\varphi = 180°$.

4° L'angle d'avance hystérétique dû à l'harmonique 3 ne peut dépasser 30°.

On peut ajouter les deux remarques suivantes :

5° Si l'on applique à une bobine une tension sinusoïdale, le flux magnétique traversant la bobine sera aussi sinusoïdal et en retard de 90° sur la force électromotrice, que la bobine renferme du fer ou non.

6° Le maximum de l'onde de courant doit coïncider avec le maximum du flux. Si la bobine renferme du fer, le maximum du flux coïncide avec le maximum de l'onde complexe; si la bobine ne renferme pas de fer, le flux coïncide avec l'onde sinusoïdale de courant.

M. J.-J. Franck a été conduit à penser que les valeurs du troisième harmonique ne sont pas nécessairement comprises entre les chiffres indiqués par MM. Bedell et Tuttle, ceux-ci n'ayant pas tenu compte des harmoniques supérieurs au troisième. Il a donc fait une série d'essais à l'oscillographe pour vérifier cette idée, et aussi parce que l'étude des ondes de courant et de potentiel a une grande valeur pratique au point de vue de l'exploitation.

Trente planches d'oscillographies sont reproduites dans l'article, ainsi que la décomposition de plusieurs d'entre elles en courbes harmoniques.

Construction du cycle d'hystérésis. — On a choisi un transformateur de 185 kilowatts, 25 p : s, 33000 volts primaires, 430 volts secondaires, et l'on a pris, pour diverses valeurs de l'excitation, les oscillographies du courant d'excitation pour une tension appliquée parfaitement sinusoïdale. L'analyse de ces oscillographies a donné les résultats indiqués dans le Tableau I.

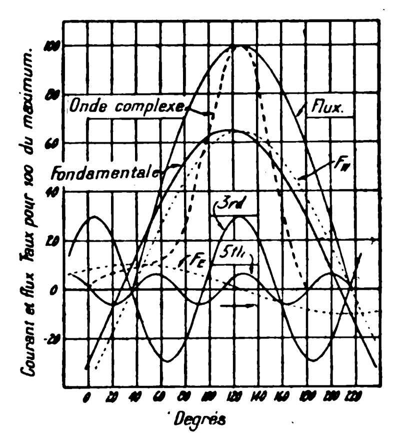


Fig. 1.

On voit que ces chiffres ne confirment pas les conclusions tirées par MM. Bedell et Tuttle. L'angle φ, décalage entre l'harmonique 3 et le fondamental à l'origine, n'est pas compris entre 30° et 180°; il peut varier entre des limites plus larges. L'angle d'avance hystérétique, c'est-à-dire l'angle entre le maximum du fondamental et le maximum du flux, peut être supérieur à 30°.

La figure 1 représente l'onde complexe de courant pour l'excitation normale et les trois harmoniques qui la

6....

(1) John-J. Frank. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 5 mai 1910. D'après *Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXIX, 1910, p. 665-746.

Tableau I.

Induction en gauss.	Valeurs relatives des maxima en fonction de l'onde complexe.				Valeurs relatives des maxima en fonction de l'onde fondamentale.				Ampères efficaces.	Perte dans le fer en watts.	Angle d'avance de l'harmonique 3 sur le fondamental en fonction de la période fondamentale.	Angle d'avance hystérétique.
	Onde complexe pour 100.	Fondamental. pour 100.	Harmonique 3 pour 100.	Harmonique 5 pour 100.	Fondamental pour 100.	Harmonique 3 pour 100.	Harmonique 5 pour 100.	Onde complexe pour 100.				
3500	100	102,6	17	4,0	100	16,6	3,9	97,5	3,48	233	15°	31°
7000	100	90,7	23,3	6,6	100	25,5	7,3	110,0	5,49	730	22°	34°
9600	100	69,2	28,8	7,7	100	41,6	11,1	144,5	12,5	1488	39°	21°
14000	100	65,0	29,9	6,2	100	46	9,6	154,0	35,8	2575	52°	9°

composent, ainsi que la sinusoïde du flux. Pour pousser plus loin la discussion, l'harmonique fondamental a été décomposé en deux sinusoïdes dont les maxima sont décalés de 90° : l'une F_e en phase avec la tension, l'autre F_w en phase avec le flux. La première représente l'énergie fournie au noyau, c'est-à-dire la perte hystérétique. La seconde, en phase avec le flux, ne représente aucune puissance; c'est le courant déwatté, ne servant qu'à magnétiser le noyau. L'onde complexe a été ainsi décomposée en quatre sinusoïdes : deux de fréquence fondamentale, une de fréquence triple et une de fréquence quintuple.

Si l'on construit, en coordonnées rectangulaires, le cycle d'hystérésis au moyen de ces diverses courbes et de la courbe du flux, on obtient quelques résultats intéressants :

1° Au moyen de l'onde complexe de courant et de la

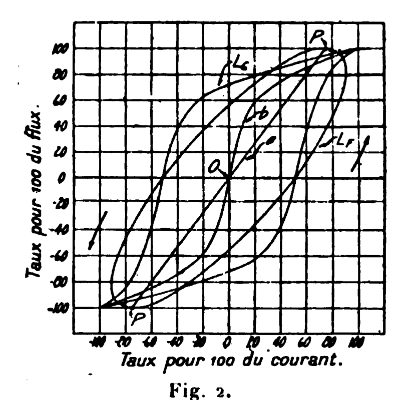


Fig. 2.

sinusoïde de flux, on peut construire le cycle d'hystérésis bien connu dont l'aire représente l'énergie fournie au noyau pour une induction déterminée. On voit dans les figures 2 et 3 le cycle marqué L_c, correspondant à une induction dans le noyau de 7000 gauss pour la figure 2 et de 14 000 gauss pour la figure 3.

2° Au moyen de l'harmonique fondamental de l'onde de courant et de la sinusoïde de flux, on obtient un cycle elliptique L_F, d'aire égale à celle du cycle réel. On en déduit qu'avec une tension sinusoïdale les harmoniques supérieurs de l'onde de courant ne sont ni la cause ni l'effet de l'énergie perdue dans le noyau.

3° Au moyen de la composante déwattée F_w de l'harmonique fondamental du courant et de la sinusoïde du

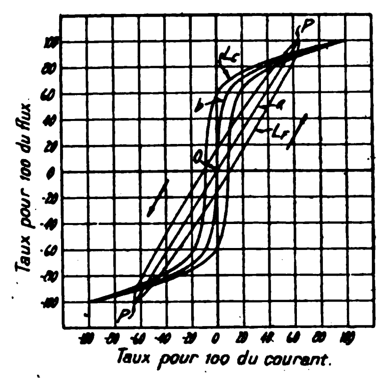


Fig. 3.

flux, on obtient la ligne droite *a* (*fig.* 2 et 3) passant par l'origine. L'aire du cycle ainsi obtenu doit en effet être nulle.

4° Au moyen de la composante wattée F_e de l'harmonique fondamental du courant et de la sinusoïde de flux, on obtient une ellipse ou un cercle, non représentés sur les figures.

5° En composant la sinusoïde déwattée F_w de l'harmonique fondamental de l'onde de courant et tous les harmoniques en phase avec le flux, on obtient une certaine courbe H. Construisant le cycle d'hystérésis au moyen de cette courbe et de la sinusoïde de flux, on obtient la ligne *b* (*fig.* 2 et 3).

L'aire de ce cycle doit en effet être nulle, puisqu'on ne l'a construit qu'avec des composantes déwattées de l'onde de courant. Cette ligne est analogue à la ligne *a*, mais elle est déformée par la présence des harmoniques.

La conclusion générale à tirer de ces essais, c'est que dans les transformateurs la déformation de l'onde de courant n'est ni la cause ni l'effet de la perte d'énergie dans le noyau, mais résulte seulement des variations de perméabilité du fer. En outre, plus l'induction est forte, plus les harmoniques supérieurs deviennent importants.

Recherches sur des transformateurs reliés entre eux. — Avec trois transformateurs, le montage en étoile est le plus répandu et le plus important. On a choisi pour les essais trois transformateurs monophasés du type à noyaux, 25 p : s, 25 kilowatts, 460 volts primaires, 2300 volts secondaires. La puissance de ces appareils était trop faible pour causer une déformation de l'onde de tension de l'alternateur qui les alimentait, et leur voltage relativement bas permettait de se dispenser de transformateurs pour la mesure des volts, ampères et watts.

On a d'abord fait fonctionner isolément ces transformateurs et relevé à différentes inductions les oscillographies de tension et de courant. Les courbes de tension sont à peu près sinusoïdales à toutes les valeurs de l'induction. Les courbes de potentiel sont reproduites dans

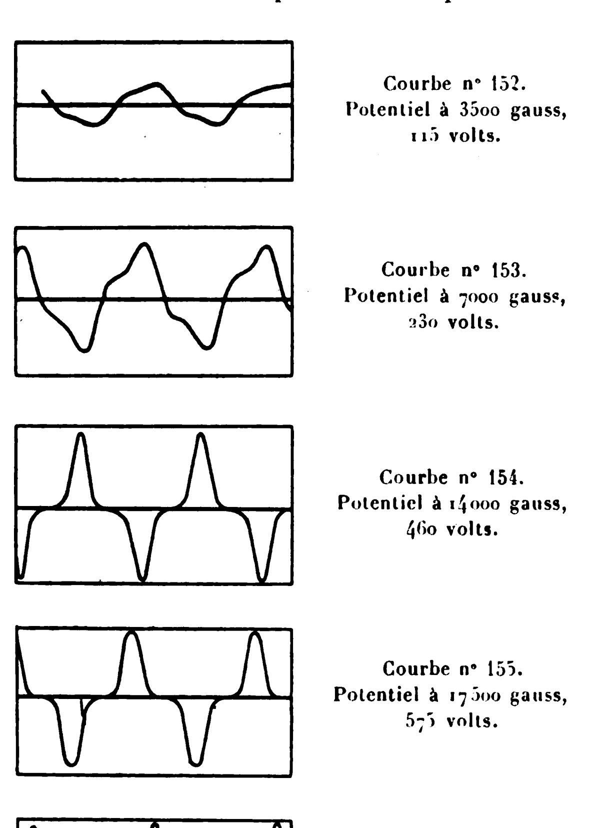


Fig. 4. — Oscillographies prises sur trois transformateurs monophasés fonctionnant isolément.

la figure 4; on remarque leur aplatissement prononcé au voisinage du point zéro pour les fortes inductions. Les valeurs efficaces sont données dans le Tableau II.

TABLEAU II.

Transformateurs 25 p : s, 25 kw; 460 volts primaires, 2300 volts secondaires, fonctionnant en monophasé.

INDUCTION en gauss.	VOLTS.	AMPÈRES.	WATTS.
3500	230	0,75	70
14000	460	6,05	280
17500	575	27,2	540

On a monté ensuite les trois transformateurs comme l'indique la figure 5, les enroulements à 460 volts étant montés en étoile, et les enroulements à 2300 volts

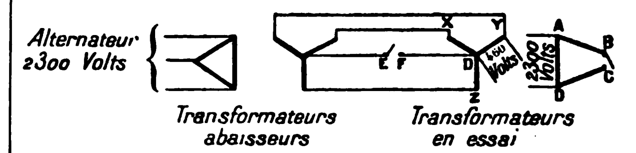


Fig. 5.

montés en triangle ouvert. Un alternateur triphasé fournissait le courant par l'intermédiaire de trois transformateurs montés en triangle-étoile. Par l'interrupteur EF, on pouvait relier les points neutres des transformateurs abaisseurs et des transformateurs en essai; par l'interrupteur BC, on pouvait fermer le triangle des transformateurs en essai.

Les interrupteurs BC et EF étant ouverts, les valeurs efficaces du courant en ligne et de la tension composée, c'est-à-dire XZ, XY et YZ, de la tension dans chaque branche de l'étoile, c'est-à-dire DX, DY et DZ, et de la tension entre les points neutres E–F et au sommet B–C du triangle sont données dans le Tableau III.

TABLEAU III.

INDUCTION dans le noyau en gauss.	TENSIONS.				COURANT EN LIGNE.			WATTS.
	Composée.	Étoilée.	B-C.	E-F.	1.	2	3.	
3500	397,5	244,6	1180	100	0,53	0,54	0,54	167,5
14000	795	525	3780	257	3,42	3,27	3,27	675
17500	995	675	5040	330,5	15,5	14,3	14,3	1650

La figure 10 montre les oscillographies correspondant à une induction de 14000 gauss.

Chacun des trois transformateurs exigerait normalement, pour la magnétisation de son noyau, une onde de courant renfermant un harmonique 3, semblable à la courbe n° 154 de la figure 4. Le courant, dans une distribution triphasée équilibrée, ne pouvant contenir d'harmonique 3 (sinon la somme des valeurs instantanées

ne serait pas nulle), l'onde de courant, dans les transformateurs montés en étoile, ne peut pas contenir d'harmonique 3. Nécessairement l'induction dans le noyau doit se déformer et se différencier de la sinusoïde d'une quantité correspondant à la valeur de l'harmonique 3 du courant magnétisant normal. L'induction résultante dans le noyau de chaque transformateur est donc représentée par la courbe de tension n° 77, figure 10, et le courant circulant dans l'enroulement par la courbe n° 78, figure 10. Les analyses de ces courbes sont données dans les figures 6 et 7.

Dans la figure 6, on remarquera que les valeurs de

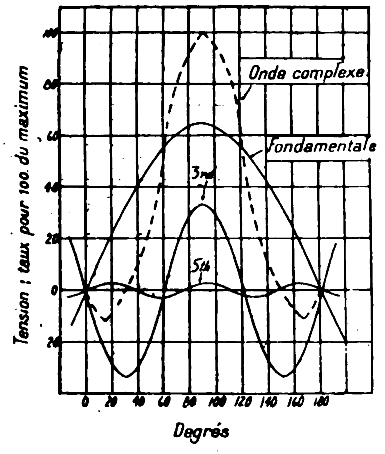


Fig. 6.
Maximum de l'onde complexe = 100.

$R_1 = 64,5$, $\varphi_1 = -\ 0°.32'$
$R_3 = 33,3$, $\varphi_3 = 177.56$
$R_5 = 2,2$, $\varphi_5 = -\ 15.58$

$$y = R_1 \sin(\theta + \varphi_1) + R_3 \sin(3\theta + \varphi_3) + R_5 \sin(5\theta + \varphi_5) + ..$$

l'induction maxima aux fréquences fondamentale, triple et quintuple, sont respectivement 64,5 pour 100, 33,3 pour 100 et 2,2 pour 100 du maximum de l'onde complexe (¹).

Dans la figure 7, on remarque dans l'onde de courant un harmonique 5 prononcé, tandis que l'harmonique 3 est absent.

La figure 8 représente les valeurs instantanées de la tension aux bornes de chacun des transformateurs montés en triangle, avec leurs déphasages relatifs. Les harmoniques 3 qui figurent dans chacun des côtés du triangle sont en phase l'un avec l'autre, tandis que les ondes fondamentales sont déphasées de 120° et leur somme nulle. La tension au sommet ouvert du triangle est donc représentée par la courbe CB (*fig.* 8), qui est une courbe de fréquence triple d'amplitude trois fois plus grande que celle de l'harmonique 3 présent dans chaque côté du triangle. La tension efficace mesurée au

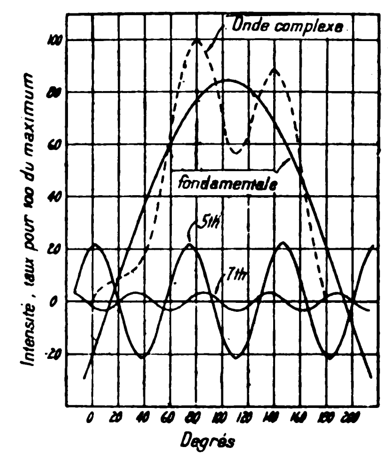


Fig. 7.
Maximum de l'onde complexe = 100.

$R_1 = 84,2$, $\varphi_1 = 14°.2'$
$R_5 = 21,9$, $\varphi_5 = 77.21$
$R_7 = 3,2$, $\varphi_7 = 214.43$

sommet du triangle est donnée dans le Tableau III et confirme la conclusion tirée de la discussion des courbes. La

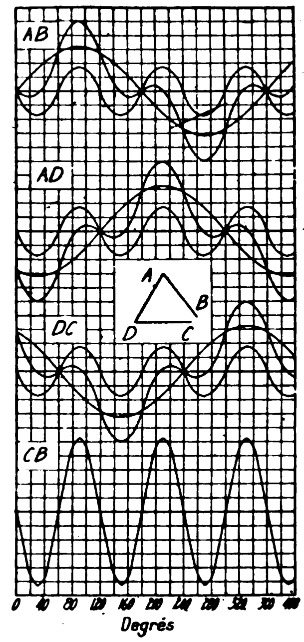


Fig. 8. — Décalages relatifs des tensions aux bornes des transformateurs et au sommet ouvert du triangle, pour des transformateurs montés en triangle.

déformation de l'onde de potentiel produit donc un déséquilibre dans les tensions du réseau, et la somme de ces tensions instantanées n'est pas nulle.

(¹) Dans les figures 1, 6, 7, 12 et 13, les angles φ_1, φ_3, φ_5, etc. représentent les décalages des harmoniques d'ordre 1, 3, 5, etc., par rapport à l'onde complexe, tandis que les angles de l'avant-dernière colonne du Tableau I, qui sont appelés aussi φ dans le texte, sont les décalages de l'harmonique 3 sur l'harmonique 1.

La figure 9 représente les valeurs instantanées de la tension aux bornes des transformateurs, OX et OY, et entre fils de ligne XY, avec leurs déphasages relatifs. Les harmoniques 3 des tensions OX et YO, étant décalés l'un par rapport à l'autre d'un sixième de la période fondamentale ou d'une demi-période de fréquence triple, se neutralisent réciproquement, et la tension composée est sinusoïdale.

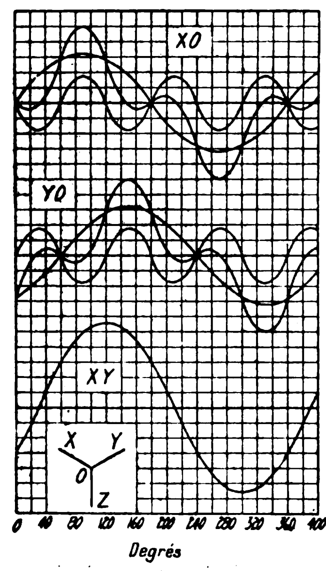


Fig. 9. — Décalages relatifs des tensions composées et étoilées, pour des transformateurs montés en étoile.

Les connexions étant faites comme l'indique la figure 5, la tension est sinusoïdale aux bornes de chaque branche de l'étoile des transformateurs abaisseurs. Comme elle n'est pas sinusoïdale dans les branches OX, OY, OZ, où figure un harmonique 3, il existe à la coupure E-F du neutre une tension due à cet harmonique. La courbe n° 79, figure 10, représente cette tension.

Les valeurs efficaces données dans le Tableau III confirment ces conclusions. Pour une tension composée de 795 volts, en XY par exemple, la tension étoilée, n'est pas $795 : \sqrt{3}$, ou 460 volts, mais 525 volts. Puisque les tensions efficaces de fréquences différentes s'ajoutent en quadrature, la valeur de l'harmonique supérieur est

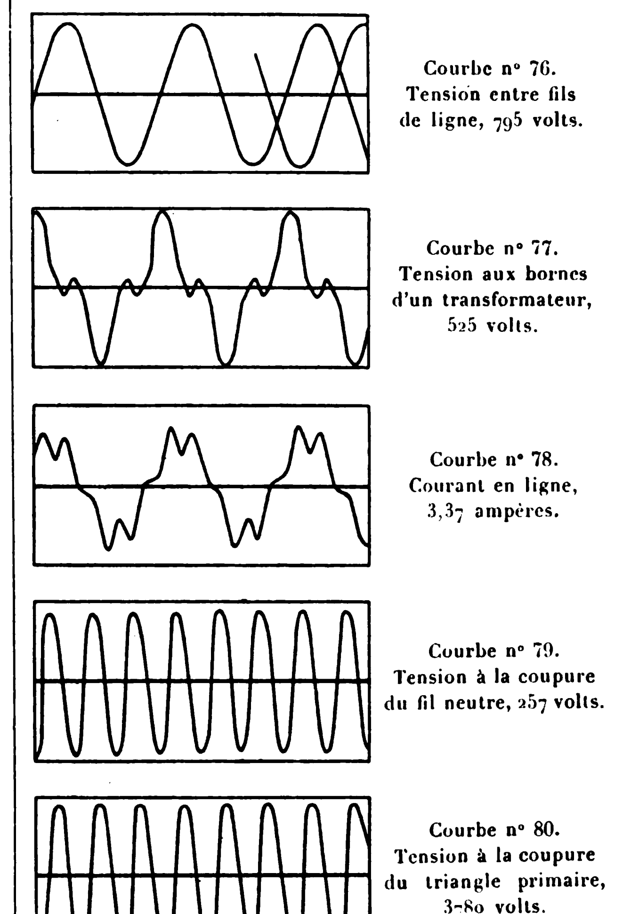
$$\sqrt{\overline{525}^2 - \overline{460}^2} = 253 \text{ volts},$$

valeur très peu différente de celle qu'on mesure réellement, 257 volts.

La discussion ci-dessus ne s'applique pas seulement aux transformateurs montés comme il a été dit, mais aussi à tout montage dans lequel aucun enroulement ne forme un triangle fermé, ou dans lequel les points neutres sont isolés.

On remarquera qu'avec ce montage étoile-triangle la déformation de l'onde de tension a pour effet d'accroître les efforts de rupture auxquels est soumis l'isolant du transformateur. Pour les transformateurs à très haute tension, le coefficient de sécurité est ainsi notablement diminué.

Si l'on ferme l'enroulement triangle, on fait disparaître



Courbe n° 76. Tension entre fils de ligne, 795 volts.

Courbe n° 77. Tension aux bornes d'un transformateur, 525 volts.

Courbe n° 78. Courant en ligne, 3,37 ampères.

Courbe n° 79. Tension à la coupure du fil neutre, 257 volts.

Courbe n° 80. Tension à la coupure du triangle primaire, 3780 volts.

Fig. 10. — Oscillographies prises sur trois transformateurs monophasés du type à noyaux, 25 p : s, 25 kilowatts, montés en triangle au secondaire (2300 volts) et en étoile au primaire (460 volts). — Points neutres isolés; triangle ouvert.

la déformation de l'onde de tension. Le Tableau IV donne les valeurs efficaces de la tension et du courant.

L'onde de tension étoilée, aussi bien que celle de tension composée, devient alors sinusoïdale, et la tension entre les points neutres tombe à zéro. Cela pouvait se prévoir, puisque la fermeture du triangle permet maintenant à l'harmonique 3 du courant de circuler. La valeur de ce courant nécessaire pour démagnétiser le noyau est indiquée par la mesure faite dans l'enroulement triangle : 0,63 ampère.

Si, au lieu de fermer le circuit de l'harmonique 3 par l'enroulement triangle, on le ferme en reliant entre eux les points neutres des enroulements étoile, on obtient sensiblement les mêmes résultats. La tension appliquée à

6.....

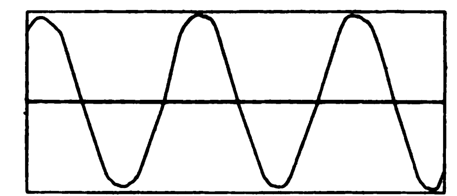


TABLEAU IV.

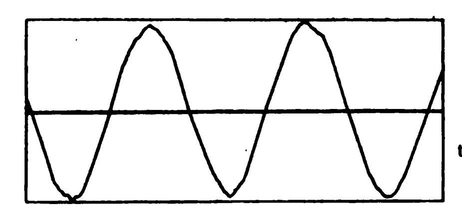
Transformateurs de 25 kw, 25 p : s, 460 volts primaires, 2300 volts secondaires; points neutres isolés, triangle fermé.

INDUCTION en gauss.	TENSIONS (volts).			COURANT EN LIGNE (ampères).			COURANT dans le triangle (ampères).	WATTS.
	Composée.	Étoilée.	E.-F (entre neutres).	1.	2.	3.		
3500	397,5	234,6	0	0,59	0,58	0,60	0	188
14000	795	462,5	0	6,30	5,4	5,73	0,63	1030
17500	995	575	0	27,7	24,0	27,0	3,2	2060

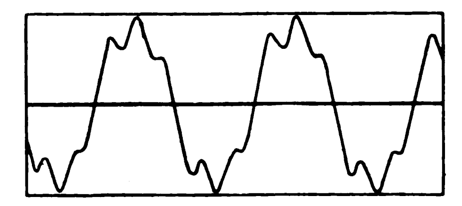
chaque transformateur devient pratiquement sinusoïdale; et de plus, ce qui n'avait pas lieu dans le cas précédent,



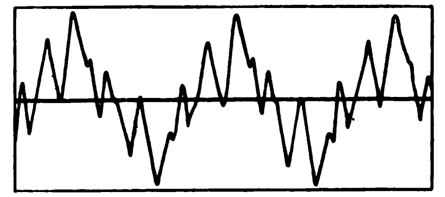
Courbe n° 67. Tension entre fils de ligne, 795 volts.



Courbe n° 68. Tension aux bornes d'un transformateur, 462,5 volts.



Courbe n° 69. Courant en ligne, 3,88 ampères.



Courbe n° 70. Courant dans le fil neutre, 0,76 ampère.

Fig. 11. — Oscillographies prises sur trois transformateurs monophasés du type à noyaux, 25 p : s, 25 kilowatts, montés en étoile au primaire (460 volts) et en triangle au secondaire (2300 volts). — Points neutres reliés; triangle fermé.

l'onde de courant dans les transformateurs reprend la forme qu'elle avait quand leur excitation était monophasée.

Finalement on a fait l'essai avec le triangle fermé et les points neutres reliés. On a obtenu les oscillographies

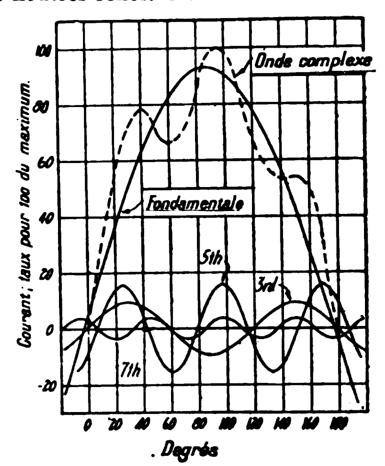


Fig. 12.

Maximum de l'onde complexe = 100.

$R_1 = 93,2$,	$\varphi_1 = 2°50'$
$R_3 = 9,4$,	$\varphi_3 = 1.49$
$R_5 = 14,9$,	$\varphi_5 = -33.9$
$R_7 = 3,8$,	$\varphi_7 = 130.17$

de la figure 11. Les analyses des courbes n° 69 et n° 70 sont données dans les figures 12 et 13.

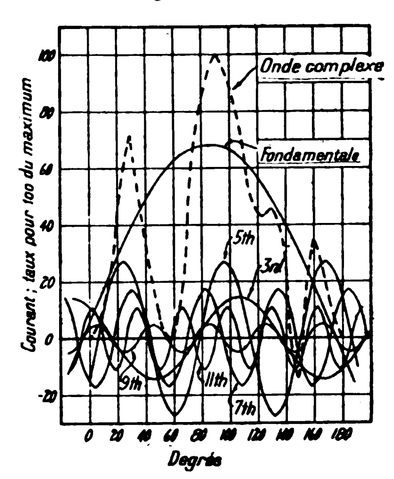


Fig. 13.

Recherches sur un transformateur triphasé du type à noyaux. — Dans un transformateur triphasé, le circuit magnétique n'étant pas semblable à celui que forment trois transformateurs monophasés, on a fait des recherches pour observer l'influence de cette différence. On a constaté que ni l'onde de tension, ni l'onde de courant ne sont identiques pour les trois enroulements; ces différences s'expliquent par la dissymétrie des circuits magnétiques et par les légères inégalités des enroulements. Ces différences disparaissent presque complètement si l'on emploie un transformateur dont les noyaux sont disposés symétriquement.

Transformateurs montés en triangle. — On a employé pour cet essai trois transformateurs à 25 p : s, 25 kilowatts,

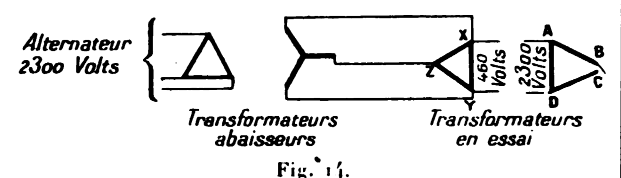
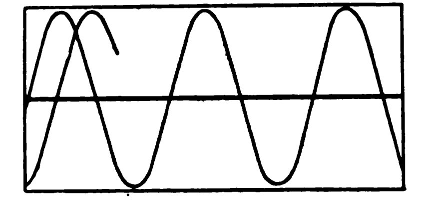
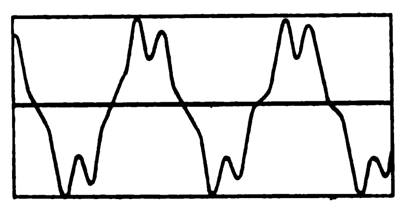


Fig. 14.

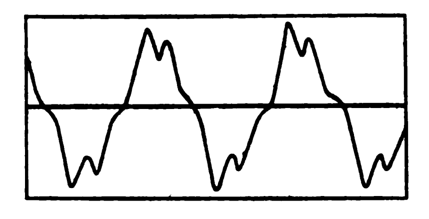
460 volts primaires, 2300 volts secondaires, qui ont été montés suivant le schéma de la figure 14. La figure 15 donne les oscillographies du courant et de la tension, le montage étant en triangle au primaire et au secondaire. Les ondes des courants en ligne sont de forme presque identique. On se reportera à la courbe n° 78 de la figure 10 et à son analyse donnée dans la figure 7 : l'harmonique 3 est absent, mais les harmoniques 5 et 7 existent, le premier prononcé.



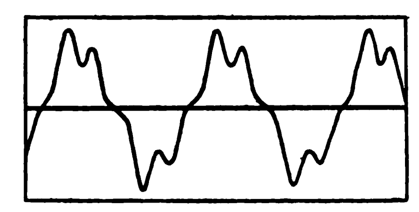
Courbe n° 124. Tension entre lignes, 460 volts.



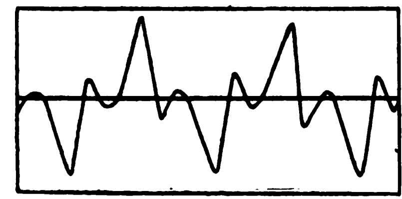
Courbe n° 125. Courant dans la ligne 1, 11,4 ampères.



Courbe n° 126. Courant dans la ligne 2, 9,95 ampères.



Courbe n° 127. Courant dans la ligne 3, 9,7 ampères.



Courbe n° 128. Courant dans le triangle secondaire, 7,1 ampères.

Fig. 15. — Oscillographies prises sur trois transformateurs monophasés du type à noyaux, 25 p : s, 25 kilowatts, montés en triangle-triangle (460 volts au primaire, 2300 volts au secondaire).
Primaire : triangle fermé. Secondaire : triangle fermé.

S'il y a trois transformateurs montés en triangle au primaire et deux transformateurs au secondaire, cas qui peut se présenter par la rupture d'un des trois transformateurs d'un triangle, il n'y a pas de changement appréciable dans la forme de l'onde de courant. Quant à la tension à la coupure du triangle, on constate qu'elle est, comme d'ordinaire, de fréquence triple, avec un faible harmonique fondamental. L'onde de courant dans le triangle primaire a la même forme caractéristique que dans un transformateur alimenté en monophasé, c'est-à-dire un harmonique fondamental et un harmonique 3 prononcé.

Recherches sur des transformateurs en service d'exploitation. — L'auteur a fait des recherches analogues sur trois transformateurs branchés sur le réseau de la Rochester Railway and Light C°. Les primaires étaient montés en étoile, le point neutre pouvant être relié ou non au point neutre de la distribution; les secondaires étaient en triangle, ouvert ou fermé.

Ces observations ont donné des résultats concordant avec ceux des précédentes, sauf sur le point suivant : quand les neutres sont reliés du côté primaire et le triangle ouvert, ou quand le triangle secondaire est fermé et le neutre coupé, il existe une forte tension de fréquence triple à la coupure du triangle ou à celle du neutre. Quand les points neutres sont reliés et le triangle fermé, on remarque un courant de fréquence triple dans la ligne, dans le fil neutre et dans l'enroulement triangle. Cela s'explique par le fait que les génératrices (qui sont montées en étoile avec fil neutre) fournissent entre fils de phase et neutre une force électromotrice ayant une composante de fréquence triple. Cette composante disparaît dans la tension entre fils de ligne. Mais quand le point neutre des transformateurs est relié au point neutre des génératrices, cet harmonique 3 se trouve appliqué au primaire de chaque transformateur et se reproduit sur le secondaire. Quand on ferme l'enroulement triangle, les harmoniques 3 qui se trouvent dans chacun de ses côtés, étant de même phase, produisent un courant en partie watté qui dépend de la résistance et de la réactance des câbles d'alimentation et des transformateurs. Ce courant doit être fourni par l'enroulement primaire, et le rapport des courants dans les deux enroulements est pratiquement égal au rapport de transformation. Le courant dans le fil neutre de l'enroulement primaire doit être environ trois fois plus grand que le courant en ligne. Les oscillographies ont confirmé ces déductions.

Il est à remarquer que l'harmonique 3 de tension dû aux propriétés magnétiques du fer est annulé par un très faible courant démagnétisant, tandis que l'harmonique 3 de tension appliqué aux transformateurs par les machines génératrices donne lieu à un courant intense, limité seulement par l'impédance du circuit (transformateurs et câbles).

Dans le cas actuel, ce courant intense de fréquence triple circulant dans les fils de ligne et le fil neutre a obligé la Compagnie exploitante à supprimer la liaison entre le point neutre des transformateurs et celui des génératrices. Une autre solution aurait été de relier aux bornes de chaque alternateur des transformateurs montés en triangle-étoile et de prendre le centre de l'étoile comme point neutre du réseau de distribution.

Il faut conclure de ces recherches que dans tout réseau on peut s'attendre à des perturbations du courant et de la tension si l'on ne s'arrange pas de façon à maintenir une tension sinusoïdale aux bornes de chaque transformateur individuel. P. L.

ACCUMULATEURS.

Dégagement gazeux et capacité de l'accumulateur au plomb (1).

Jusqu'ici manquaient des mesures sur le dégagement gazeux aux deux électrodes de l'accumulateur au plomb pendant les différents états de charge et de décharge, et cependant cette question est très importante à considérer.

E. Rumpf a entrepris antérieurement quelques essais à ce sujet, en disposant en série dans le même circuit deux voltamètres remplis d'acide sulfurique de la même concentration que dans l'accumulateur. Un de ces voltamètres avait des électrodes de platine et l'autre un bloc de plaques d'accumulateurs de la fabrique Varta, à Berlin. Ces mesures ont montré que les plaques négatives complètement chargées absorbent environ 2 pour 100 de l'hydrogène dégagé pour une intensité de charge de 0,1 ampère.

Dans ses essais, l'auteur a employé le dispositif de Rumpf avec la petite modification suivante au voltamètre à accumulateur : le tube qui reliait la plaque positive et la plaque négative portait en son milieu un tube de verre qui renfermait une positive Varta chargée. Cette plaque servait d'électrode auxiliaire N pour les mesures de tension. La plaque négative pesait 36,6 g avant formation, et la plaque positive, 39,9 g.

La tension aux bornes de l'élément $Pb \mid PbO^2$ est désignée ici par K; celle entre l'électrode auxiliaire et la plaque positive $N \mid PbO^2$, par K_1 et celle entre la plaque négative et l'électrode auxiliaire $Pb \mid N$, par K_2. On a évidemment $K = K_1 + K_2$, les différences constatées n'atteignant pas ici plus de $\pm$ 0,003 volt.

Par suite de la disposition de l'élément-voltamètre, la résistance intérieure était beaucoup plus élevée que dans l'élément normal; elle atteignait 3 ohms, de sorte que, pour l'intensité 0,2 ampère, la perte en volt était de 0,6 volt dans l'élément. Mais le dispositif amenait encore une autre perturbation dans le fonctionnement : l'écartement des deux plaques étant de 45 mm et le diamètre du tube de communication, de 20 mm, l'égalisation de la concentration d'acide était troublée. Dans le peroxyde de plomb il se forme, en effet, de l'acide sulfurique pendant la charge et de l'eau pendant la décharge. La résistance intérieure présente ainsi de plus grandes variations dans le voisinage de la positive que dans celui de la négative. Il en résulte que la valeur de K_1 augmente moins à la charge et diminue plus à la décharge qu'elle ne ferait normalement. On pourrait éviter cet inconvénient en introduisant dans le circuit un troisième élément monté à la manière habituelle des accumulateurs; mais on n'a pas fait ici usage de ce moyen dans la crainte que les deux éléments ne se trouvent pas dans les mêmes conditions de dégagement.

On chargeait d'abord à 0,1 ampère pendant 24 heures. A la première décharge à 0,2 ampère, on obtenait au début $K = 1,343$ volt; $K_1 = -0,329$ volt; $K_2 = 1,671$ volt. La capacité, limitée par la positive, était de 0,79 ampère-heure. La positive était insuffisamment formée. Après recharge de 20 heures à 0,1 ampère, une deuxième décharge donnait 0,83 ampère-heure, limitée cette fois par la négative. On désignera ici par décharge type I, celle limitée par la négative et par décharge type II, celle limitée par la positive.

Pendant la troisième charge, effectuée à 0,1 ampère le jour et 0,007 ampère la nuit, on obtenait les résultats suivants, les volumes d'hydrogène et d'oxygène étant ramenés à 0° C. et 760 mm de mercure :

Hydrogène dégagé dans le voltamètre en platine.	634,1 cm³
— de la plaque négative.......	270,2 —

La plaque négative a donc absorbé pour sa charge 634,1 — 270,2 = 363,9 cm³ d'hydrogène correspondant à 0,872 ampère-heure.

Oxygène dégagé dans le voltamètre en platine..	317,8 cm³
— de la plaque positive..........	113,0 —

La plaque positive a donc absorbé pour sa charge 317,8 — 113,0 = 204,8 cm³ d'oxygène, correspondant à 0,981 ampère-heure.

La quantité totale d'électricité chargée est de 1,536 ampère-heure en la calculant d'après l'hydrogène dégagé et de 1,539 ampère-heure si on la calcule d'après l'oxygène, la petite différence étant due à l'occlusion de l'hydrogène par le platine.

La charge étant interrompue le soir, le lendemain, vers midi, on trouvait un dégagement de 4,6 cm³ à la négative et de 1,2 cm³ à la positive. A ce moment, la force électromotrice était $E = 2,008$ volts; $E_1 = 0,003$ volt; $E_2 = 2,005$ volts, pour un poids spécifique d'acide de 1,155. La décharge était alors effectuée à 0,2 ampère pendant les 4 premières heures et à intensité tombante pendant les 22 dernières minutes. La tension au début était $K = 1,323$; $K_1 = -0,329$; $K_2 = 1,651$ volt.

Le voltamètre à cuivre indiquait 0,827 ampère-heure pour la capacité, limitée par la négative. Le rendement en quantité est donc égal à 0,948 pour la négative et à 0,843 pour la positive.

A la charge suivante, faite à 0,1 ampère le jour et à 0,007 ampère la nuit, la négative absorbait 333,8 cm³ d'hydrogène correspondant à 0,800 ampère-heure et la positive, 177,7 cm³ d'oxygène correspondant à 0,852 ampère-heure.

A ce moment, on mesurait les dégagements gazeux

(1) FRANZ STREINTZ, *Zeitschrift für Elektrochemie*, t. XVI, 15 septembre 1910, p. 747.

comparatifs pour différentes intensités de charge et l'on trouvait :

Intensité de charge, en ampère.	Volumes gazeux en cm³. Voltamètre de platine. Hydrogène.	Oxygène.	Accumulateur-voltamètre. Hydrogène.	Oxygène.
0,1	52,7	26,6	52,8	25,4
0,05	52,2	26,3	51,4	25,2
0,005	50,8	25,7	44,3	22,3
0,001	33,9	17,1	27,1	12,7

A la fin de la charge, le voltamètre de platine indiquait un volume de 608,9 cm³ d'hydrogène et de 306,4 cm³ d'oxygène, correspondant à 1,468 ampère-heure. La plaque positive avait absorbé 187,8 cm³ d'oxygène, correspondant à 0,900 ampère-heure; et la plaque négative, 347,8 cm³ d'hydrogène correspondant à 0,833 ampère-heure.

La décharge était effectuée 3 heures après la charge qui se terminait à 0,001 ampère. Elle était limitée par les négatives et donnait 0,783 ampère-heure à 0,2 ampère. Le rendement en quantité est ainsi de 0,940 pour la négative et de 0,870 pour la positive.

A la charge suivante, on déterminait l'absorption des gaz à différents régimes. On chargeait d'abord normalement jusqu'à absorption de 0,802 ampère-heure par la négative, et de 0,843 ampère-heure par la positive. On poursuivait alors la charge à différentes intensités jusqu'à un dégagement d'environ 60 cm³ à la cathode de platine. On commençait à 0,0009 ampère pour terminer à 0,1 ampère. Les résultats sont consignés dans le Tableau ci-après qui donne les quantités de gaz absorbé en centimètres cubes pour 100 de gaz dégagé.

Intensité en ampère.	a_{H^2} observé en cm³.	a_{H^2} calculé en cm³.	a'_0 observé en cm³.
0,0009 ...	20,8		22,5
0,001	20		25,7
0,003	23	24	12
0,005	15	14,6	9,8
0,006	12,4	12,2	7,2
0,007	11	10,4	7,4
0,008	10,8	9,1	9,0
0,015	3,4	4,9	6,0
0,030	2,7	2,4	6,0
0,050	1,5	1,5	4,2
0,1	0,95	0,73	4,5

Pour les valeurs calculées de H² on a supposé que la quantité de gaz absorbé est inversement proportionnelle à l'intensité de courant. La courbe des quantités d'hydrogène absorbé en fonction de l'intensité est en effet une branche d'hyperbole. En appelant a cette quantité d'hydrogène et i l'intensité, on a $ai = 0{,}073$. L'accord entre les valeurs mesurées et celles calculées existe entre les limites 0,003 et 0,1 ampère. Il n'existe plus pour les très faibles intensités car, à circuit ouvert, la négative chargée dégage de l'hydrogène.

Pendant ces derniers essais, la négative, après sa charge complète, a encore absorbé 58,5 cm³ ou 0,0053 g H². En supposant que cet hydrogène ait servi à la réduction du sulfate de plomb, il faudrait admettre qu'il ne reste encore que 0,8 g de sulfate de plomb dans la négative. L'auteur n'admet pas cette supposition et, de la relation entre l'absorption et le temps, il déduit qu'il se produit de l'occlusion par la diffusion du gaz à travers le métal.

A la plaque positive, l'absorption provient d'une cause différente. Ici, l'oxygène, en pénétrant intérieurement, transforme le support métallique en peroxyde.

D'autres essais étaient entrepris avec de nouvelles plaques et la même électrode auxiliaire. On formait à 0,1 ampère. Pour 104 cm³ d'hydrogène dégagé à la cathode de platine, la plaque positive n'avait donné que 2,5 cm³ et la plaque négative 0,3 cm³ de gaz qui était de l'air comprimé dans les plaques par l'acide. Les deux courbes des centimètres cubes O et des centimètres cubes H² dégagés des plaques, en fonction des centimètres cubes H² dégagés de la cathode de platine, étaient ensuite voisines entre 150 cm³ et 400 cm³ d'hydrogène dégagé de la cathode de platine. Il y avait deux points de croisement, la courbe H² étant supérieure de 150 cm³ à 225 cm³ et le redevenant au-dessus de 375 cm³.

Après charge de 1 ampère-heure, on poursuivait pendant 11 jours sans interruption la charge à 0,008 ampère. Le Tableau suivant indique les résultats obtenus, les tensions K_1 et K_2 étant très voisines des forces électromotrices E_1 et E_2 :

Intensité en ampère.	Hydrogène dégagé en centimètres cubes. au voltamètre-platine.	à la plaque négative.	Différence Δ en cm³.	K_2 en volts.
0,008 ...	52,7	52,8	−0,1	2,120
0,008 ...	48,3	53,0	−4,7	2,109
0,008 ...	53,0	52,7	+0,3	2,106
0,008 ...	52,5	49,9	+2,6	2,104
0,008 ...	52,8	49,6	+3,2	2,104
0,008 ...	52,9	49,7	+3,2	2,105
0,008 ...	52,7	49,1	+3,6	2,099
0,008 ...	52,6	49,2	+3,4	2,099
0,008 ...	52,9	49,8	+3,1	2,096
0,008 ...	52,8	49,5	+3,3	2,093
0,008 ...	52,7	49,7	+3,0	2,094
0,004 ...	51,1	46,3	+4,8	2,046
0,002 ...	50,9	43,8	+7,1	2,017

Intensité en ampère.	Oxygène dégagé en centimètres cubes. au voltamètre-platine.	à la plaque positive.	Différence Δ en cm³.	K_1 en volts.
0,008	26,5	4,5	22,0	0,096
0,008	24,6	10,2	14,4	0,151
0,008	26,6	19,3	7,3	0,153
0,008	26,4	19,1	7,3	0,154
0,008	26,5	19,5	7,0	0,158
0,008	26,5	19,6	6,9	0,160
0,008	26,4	19,7	6,7	0,155
0,008	26,4	19,4	7,0	0,156
0,008	26,6	19,0	7,6	0,156
0,008	26,6	20,1	6,5	0,154
0,008	26,5	20,3	6,2	0,157
0,004 ...	25,8	16,0	9,8	0,118
0,002	25,6	7,8	17,8	0,065

L'auteur explique de la manière suivante qu'au début il se dégage plus d'hydrogène à la négative qu'au voltamètre. La plaque était formée à la fabrique, lavée à l'eau distillée et séchée. Pendant le séchage, du sulfate de plomb se formait et bouchait les pores. L'hydrogène qui, par l'action de l'acide sur le plomb, se produit dans

l'intérieur ne peut donc se dégager. Lors de la charge en laboratoire, le sulfate se réduit, les pores s'ouvrent et l'hydrogène enfermé se dégage. Cette explication s'accorde avec le fait qu'au remplissage la positive donne plus d'air que la négative quoique la porosité de cette dernière soit 1,4 fois plus grande que celle de la positive.

Aussitôt que l'état stationnaire est atteint, on voit que la négative absorbe 6 pour 100 de l'hydrogène, valeur plus faible que celle, 10,8 pour 100, trouvée pour la négative qui avait effectué des charges et décharges répétées.

La quantité d'oxygène absorbé par la positive est à peu près constante pendant l'état stationnaire, mais elle est beaucoup plus grande que pour la positive, ayant subi plusieurs charges et décharges.

Au voltamètre de platine, il y avait eu dégagement de 1220,3 cm³ d'hydrogène et de 612,8 cm³ d'oxygène correspondant à 2,93 ampères-heure. A l'accumulateur, on trouvait 804,6 cm³ d'hydrogène et 286,1 cm³ d'oxygène. La négative a donc absorbé 415,7 cm³ d'hydrogène correspondant à 0,996 ampère-heure, et la positive, 326,7 cm³ d'oxygène correspondant à 1,565 ampère-heure.

On poursuivait encore la charge à intensité plus faible et l'on trouvait les valeurs des deux dernières lignes du Tableau précédent. L'absorption d'oxygène est devenue considérable à 0,002 ampère et a atteint 69,5 pour 100. A la fin de la charge, pour une quantité totale d'électricité égale à 3,18 ampères-heure, la négative avait absorbé 1,02 ampère-heure et la positive, 1,70 ampère-heure.

L'élément, laissé pendant 40 heures à circuit ouvert, a dégagé les quantités de gaz suivantes :

	Gaz dégagé, en centimètres cubes, à la positive.	Gaz dégagé, en centimètres cubes, à la négative.
Après 5 heures.....	traces	2,9
— 20 —		13,7
— 24 —	1,3	16,0
— 28 —	1,4	18,8
— 40 —	1,6	28,2

La négative dégage donc, en un jour, 4 pour 100 de l'hydrogène total qu'elle peut absorber, ce qui correspond à une intensité de 0,0017 ampère. D'après l'auteur, cette valeur serait moindre si la sursaturation par l'hydrogène avait été moins importante.

Après les 40 heures, on avait

$$E = 2{,}012 \text{ volts}; \quad E_1 = +0{,}003 \text{ volt}; \quad E_2 = 2{,}009 \text{ volts}.$$

La décharge faite alors à 0,2 ampère était limitée par la positive. Le dégagement gazeux était très faible : après 2 heures de décharge, 1 cm³ d'hydrogène et traces d'oxygène; à la fin, 1,2 cm³ d'hydrogène et 0,3 cm³ d'oxygène. La capacité atteignait 0,846 ampère-heure.

Une décharge type II, limitée par la positive, peut être ainsi obtenue, soit quand la positive est insuffisamment formée, soit quand la négative a pu occlure de grandes quantités d'hydrogène, ce qui doit être le cas ici, d'après l'auteur, la capacité ayant été plus grande que celle précédemment trouvée pour l'élément dont la capacité était limitée par la négative (décharge type I).

T. P.

Le nouvel accumulateur Édison nickel-fer [1].

Extérieurement cet élément ne diffère pas de l'élément original, excepté pour les petites unités. Par contre, la structure des plaques positives a été modifiée. La matière active des ces plaques consiste en oxyde de nickel. Pour les électrodes négatives, on emploie l'oxyde de fer. L'électrolyte est une solution de potasse à 21 pour 100 additionnée d'une petite quantité de lithine [2]. L'action de la lithine n'est pas clairement déterminée; on a constaté seulement qu'elle améliore les électrodes positives. La densité normale de l'électrolyte est 1,21 mais le rendement et la capacité restent les mêmes si l'on abaisse cette densité à 1,16. Au-dessous de cette valeur, on observe une influence sur le rendement.

Les deux types actuellement fabriqués ont respectivement 4 et 6 positives. Leurs principales constantes sont les suivantes :

	Type A4.	Type A6.
Capacité en ampères-heures............	150	225
Tension moyenne à la décharge, en volts.	1,2	1,2
Intensité normale du courant de charge et de décharge, en ampères...........	30	45
Poids total de l'élément, en kilogrammes.	6,123	8,709
Longueur du bac, en millimètres........	65	95
Largeur du bac, en millimètres.........	127	127
Hauteur du bac, en millimètres..........	314	314
Hauteur de l'élément jusqu'aux tiges polaires, en millimètres................	340	340
Hauteur nécessaire pour le logement de la batterie..........................	381	381

Sur le coefficient de température de l'accumulateur au plomb [3].

L'auteur a entrepris des recherches sur un élément Tudor qui pouvait être chauffé jusqu'à 40 à 50 degrés C. à l'aide d'un dispositif de chauffage par lampes électriques. Les décharges étaient effectuées à trois régimes différents : à 81,8 ampères (durée de la décharge 23 heures), à 257 ampères (durée de la décharge 6 heures), à 520 ampères (durée de la décharge 2,25 heures).

La formule reliant la capacité Q_t pour la température t à la capacité Q_{25} pour la température 25° C. est la suivante :

$$Q_t = Q_{25}[1 + \alpha(t-25) + \beta(t-25)^2],$$

α et β étant les coefficients de température relatifs à la capacité. S'il s'agit de l'énergie exprimée en watts-heure, ces coefficients sont exprimés par γ et δ. Pour tous ces coefficients, on a trouvé les valeurs suivantes dans les essais :

Intensité de la décharge en ampères.	Coefficients de température. α.	β.	γ.	δ.
81,8	0,00485	0,000205	0,00482	0,000202
256	0,00901	0,000351	0,0102	0,000347
520	0,01436	0,0003025	0,0145	0,000218

Les déterminations ont été effectuées ici entre 15 et 40 degrés C.

T. P.

(1) *Electrical World*, 1910, p. 175.

(2) Voir à ce sujet *La Revue électrique*, t. XI, 15 mars 1909, p. 183.

(3) A. Ferron, *Bulletin technologique*, t. I, p. 46.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉGRAPHIE.

Arrangement ayant pour objet d'annuler l'effet des courants parasites engendrés dans les lignes télégraphiques par les canalisations d'énergie à courant alternatif.

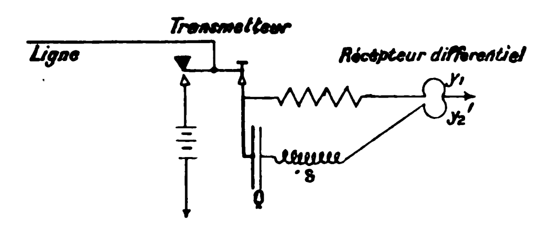
Nous supposons qu'il s'agit d'un système télégraphique utilisant les émissions de courant continu, positif ou négatif et que la perturbation qui l'affecte soit un courant alternatif dérivé d'une canalisation industrielle ou induit par elle.

Principe de la méthode. — La méthode de compensation consiste à utiliser pour la réception un organe électromagnétique (relais ou récepteur direct) pourvu de deux enroulements différentiels, l'un relié métalliquement à la ligne et recevant par conséquent les courants continus de travail et le courant alternatif perturbateur, l'autre relié à la ligne par l'intermédiaire d'un condensateur, par suite, traversé seulement par le courant alternatif et par une impulsion de charge ou de décharge au commencement et à la fin de chaque élément de signal. Négligeant ce dernier effet, on se propose d'annuler complètement l'effet du courant alternatif dans le premier circuit par un effet *égal* produit *simultanément* dans le second.

Or, l'introduction du condensateur entraîne une différence de phase entre le courant principal et le courant dans le second circuit, mais l'adjonction, en série, d'une self-induction appropriée à la fréquence et à la capacité du condensateur, permet de supprimer cette différence.

Toutefois, la résistance apparente du second circuit demeurerait supérieure à celle du premier et l'action de celui-ci prédominerait si les choses restaient en l'état. Un rhéostat permet d'équilibrer ces deux effets.

Disposition pratique. — La figure ci-dessous représente le dispositif :



Les enroulements du récepteur différentiels, y_1 et y_2 sont mis à la terre; le premier est relié au contact de repos du transmetteur par l'intermédiaire du rhéostat R. Le second est relié à ce même contact par une bobine de self et un condensateur gradué. La bobine doit présenter une self élevée et une résistance faible, moyennant quoi, pour les fréquences industrielles, on peut obtenir le réglage avec une capacité de quelques microfarads et quelques centaines d'ohms dans le rhéostat (¹).

Les courants parasites ne troublent une transmission télégraphique que si leur intensité atteint une certaine valeur, d'ailleurs inférieure à celle qui serait nécessaire pour déplacer effectivement l'armature (²). Une compensation rigoureuse n'est donc pas indispensable. Il peut aussi se faire que la perturbation ne soit pratiquement gênante qu'à une extrémité de la ligne. Dans ce cas, cette extrémité seule doit être pourvue du dispositif compensateur.

Inconvénients du système. — L'emploi d'un appareil différentiel (moins sensible qu'un appareil utilisant la totalité du fil enroulé) et l'adjonction d'un rhéostat en série font que si l'on conservait pour la transmission la tension qui conviendrait pour la ligne non troublée pourvue d'un récepteur ordinaire, l'intensité actionnant le différentiel serait insuffisante. Pour obtenir le même effet mécanique à l'arrivée, il faut donc augmenter la tension au départ. Cette obligation est fâcheuse, non pas tant à cause de la dépense qu'elle entraîne, que du fait que les tensions élevées sont préjudiciables à certains types de câbles et que les fortes intensités troublent l'utilisation des conducteurs voisins.

D'autre part, le condensateur en dérivation à l'entrée du récepteur allonge la période variable et par suite peut nuire à l'exploitation du fil avec un système rapide.

Pour ces motifs, nous considérons cet arrangement non point comme une méthode d'exploitation régulière applicable dans toutes circonstances, sans préjudice

(¹) La formule de résonance

$$C = \frac{1}{L\omega^2},$$

dans laquelle $\omega = 2\pi f$, indique que pour la fréquence $f = 50$, avec une self-induction de 5 henrys, la capacité nécessaire à l'accord est

$$C = \frac{1}{5 \times 2^2 \times 3{,}1416^2 \times 50^2} = \text{app}^{\text{t}}\ 2 \text{ microfarads.}$$

(²) En télégraphie, l'effet tangible d'un courant alternatif dans un récepteur, c'est-à-dire le déplacement ou l'obstacle opposé au déplacement de l'organe mobile (armature, cadre, etc.), dépend du type de cet organe et de son inertie; il n'est pas le même sur une armature en fer doux et sur un organe polarisé, sur une pièce de faible inertie ayant une amplitude de déplacement restreinte que sur une pièce alourdie devant effectuer un parcours relativement long. Enfin, les conséquences pratiques d'un effet déterminé ne sont pas les mêmes sur tous les systèmes; c'est ainsi qu'un appareil basé sur le synchronisme sera troublé si la perturbation a pour effet d'avancer ou de retarder irrégulièrement l'instant où l'organe mobile est mis en mouvement, tandis que ce même retard peut être toléré dans un système où le synchronisme n'est pas utilisé.

du rendement télégraphique, mais comme un expédient auquel on peut avoir provisoirement recours pour tirer parti d'un conducteur rendu impraticable par une perturbation d'origine industrielle.

J. VOISENAT,
Ingénieur en chef des Télégraphes.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Excitation du secondaire de deux systèmes couplés sous l'effet d'impulsions ou chocs qui lui sont communiqués par le primaire très amorti. Découverte de Max Wien.

PRÉLIMINAIRES. — Rappelons d'abord en quelques mots les phénomènes qui se déroulent en général dans deux circuits que nous supposerons accordés et à couplage serré. Quand on excite le primaire, l'amplitude initiale des oscillations dont il est le siège décroît rapidement et au bout d'un temps très court toute l'énergie

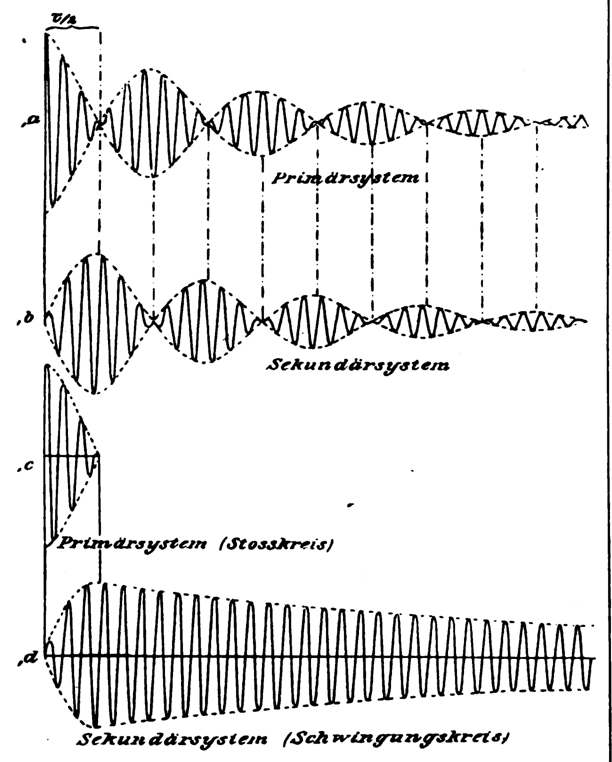


Fig. 1. — Schéma des battements qui se produisent dans deux circuits à couplage serré : *a* et *b*, dans les conditions ordinaires; *c* et *d*, quand le primaire est fortement amorti; l'excitation du secondaire est alors comparable à celle d'un choc et il vibre avec sa période propre.

qu'il possédait a été drainée par le secondaire; à partir de cet instant, une réaction inverse se produit; le secondaire se décharge au profit du primaire qui finit par récupérer l'énergie totale disponible. Ce jeu se répète un certain nombre de fois qui dépend d'ailleurs de l'amortissement des circuits. Ce processus est figuré schématiquement dans la figure 1, en *a* et *b*, d'après J. Zenneck [1]. On devrait s'attendre à voir l'étincelle s'éteindre dès le premier passage à zéro des oscillations primaires; on constate, au contraire, qu'elle persite pendant toute la durée des battements jusqu'à épuisement de l'énergie vibratoire dans le circuit secondaire.

Cela provient de propriétés particulières des éclateurs employés jusqu'ici. On sait que la résistance de la colonne d'air interpolaire croît quand l'intensité du courant décroît; donc à la fin de la première période de transfert d'énergie, l'amplitude du courant dans le primaire tombant à zéro, la résistance de l'éclateur devrait à cet instant devenir infiniment grande; en réalité cet accroissement est moins rapide que la diminution du courant; il y a un retard résultant d'une accumulation de chaleur sur les électrodes et dans la couche d'air, en sorte que la tension induite dans le primaire par le secondaire chargé au maximum est encore capable de franchir la distance explosive.

Le schéma de Zenneck n'est d'ailleurs qu'une illustration des résultats que donne la théorie générale des systèmes couplés. Soit en particulier T leur période commune avant le couplage. Les périodes des deux ondes qui se superposent dans le secondaire sous forme de battements sont

$$\theta^2 = T^2(1+K)$$
$$\theta'^2 = T^2(1-K),$$

$K = \dfrac{M}{\sqrt{LL'}}$ étant le coefficient de couplage. L'une de ces périodes est plus grande et l'autre plus petite que la période commune des deux circuits; d'autre part, l'oscillation de plus haute fréquence a un amortissement supérieur à celui de l'oscillation de plus basse fréquence.

L'existence de ces deux oscillations de couplage est aisément mise en évidence quand on fait le tracé de la courbe de résonance d'un système couplé. Elle se traduit par l'apparition sur la courbe de deux maximum M' et M' plus ou moins marqués. La figure 2 est la reproduc-

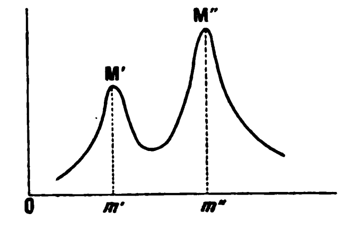


Fig. 2. — Courbe de résonance de deux systèmes couplés montrant l'existence de deux maxima correspondant à deux oscillations.

tion d'une courbe de résonance obtenue par le lieutenant de vaisseau Tissot [2] après couplage de deux systèmes de même période propre.

---

(1) J. ZENNECK, *Traité de Télégraphie et Téléphonie sans fil*, 1909, p. 373. — Comte ARCO, *Le nouveau système Telefunken* (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. II, 1909, p. 551 à 592).

(2) C. TISSOT, *Les oscillations électriques*, p. 377 et suiv.

DÉCOUVERTE DE MAX WIEN. — En étudiant, comme il est dit ci-dessus, la courbe de résonance de deux circuits à couplage serré, dont le primaire renfermait un éclateur à distance explosive très faible, Max Wien a observé qu'entre les deux maxima M′ et M″ s'en plaçait un troisième très prononcé et d'autant plus aigu que l'étincelle était plus petite (1). La figure 3 est la reproduction des courbes originales de Wien.

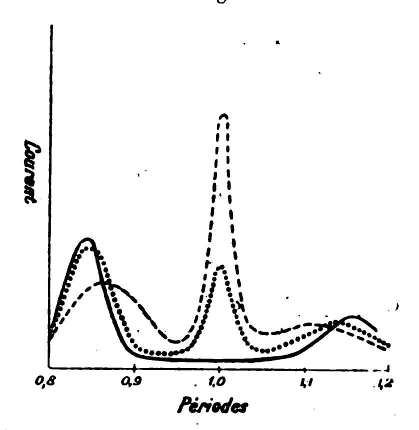


Fig. 3. — Courbes originales de Wien montrant l'apparition d'un troisième maximum dans la courbe de résonance de deux circuits couplés :

—— Étincelle de 0,5 mm
..... — 0,3 —
---- — 0,15 —

L'allure de la courbe indique que l'onde correspondante est peu amortie. L'existence de ce troisième maximum est facile à expliquer. La résistance de la couche d'air entre les boules de l'éclateur croît très vite après le passage de l'étincelle, de sorte que les oscillations s'éteignent rapidement dans le primaire (après la première moitié ou même le premier quart d'un battement) et se maintiennent au contraire dans le secondaire; celui-ci vibre alors, comme s'il était seul, avec sa période et son amortissement propres, le circuit excitateur étant ouvert. La deuxième partie de la figure 1, *c* et *d*, matérialise cette conception. Tout se passe comme si le secondaire recevait un choc, une impulsion, d'où le nom « d'excitation par choc » (2) pour qualifier cette manière de provoquer des oscillations dans le circuit secondaire. Max Wien prévoyait déjà toute l'importance de sa découverte puisqu'il concluait en disant : « Peut-être arrivera-t-on par ce moyen à obtenir des ondes électriques particulièrement peu amorties ». Sans aucun doute, on doit arriver aux mêmes résultats par tous les dispositifs permettant de constituer un primaire très amorti par rapport au secondaire; en effet, ce même auteur, dans sa théorie des systèmes couplés, arrive à la formule suivante, pour le décrément du circuit secondaire,

$$\delta_2 = \delta_{02} + \frac{\pi^2 K^2}{\delta_{01} - \delta_{02}},$$

où δ_{01} et δ_{02} sont les décréments propres des circuits et K le coefficient de couplage. Pour annuler le deuxième terme du second membre il faut donner à δ_{01} une valeur très grande, ou bien rendre K petit. Or, avec les étincelles courtes, la condition δ_{01} grand est satisfaite d'elle-même, et l'on peut employer un couplage relativement serré, 0,14 dans les expériences de Wien; leur désavantage réside dans l'impossibilité de mettre en jeu de grandes énergies, même en associant plusieurs oscillateurs en série. Si l'on se rejette sur les étincelles longues, on évite ce dernier inconvénient, mais la désionisation de la colonne d'air n'est plus aussi rapide et peut durer trois, quatre demi-périodes du battement; on ne réalise plus l'excitation par impulsions dans toute sa pureté, même en rendant le couplage plus lâche ou encore en insérant une résistance de ballast dans le circuit excitateur.

De nombreux expérimentateurs ont cherché à perfectionner la découverte de Max Wien; nous indiquerons les dispositifs principaux qu'on a imaginés pour arriver à un étouffement rapide de l'étincelle, en rappelant au préalable que les conditions les plus favorables à une bonne excitation par impulsion sont : 1° pouvoir étouffeur suffisant de l'éclateur; 2° durée suffisante du premier minimum dans le primaire; 3° accord suffisant entre les deux systèmes.

Or, le pouvoir étouffeur dépend principalement de la nature même de l'éclateur ou du tube amortisseur qui lui est associé et de la tension de l'étincelle. La durée du minimum est réglée par le coefficient de couplage; plus celui-ci est grand, plus fréquents sont les battements (1), plus court aussi est le temps pendant lequel le courant reste très voisin de zéro, c'est-à-dire pendant lequel s'effectue la désionisation. Donc on couplera d'autant plus serré que l'étincelle sera mieux soufflée. Un désaccord entre les deux circuits empêche les minima du primaire de devenir nuls; la désionisation est moins active.

EXPÉRIENCES DE H. RAU (2). — Nous citons en premier lieu les expériences de ce physicien parce que les clichés photographiques qu'il a obtenus sont une reproduction réelle des schémas de la figure 1, et qu'ils confirment aussi bien la théorie des systèmes couplés que les idées admises sur l'excitation par choc. Sa méthode, calquée sur celle de Feddersen et applicable à l'étude de tous les systèmes couplés, consiste à photographier simultanément l'étin-

(1) MAX WIEN, *Sur l'intensité des deux oscillations d'un émetteur couplé* (*Physik. Zeitsch.*, t. VII, 15 novembre 1906, p. 871); *Procédé pour produire des oscillations électriques faiblement amorties* (*Ibid.*, t. IX, 15 janvier 1908, p. 49).

(2) Les auteurs allemands l'appellent *Stosserregung*.

(1) Les périodes superposées dans le résonateur, en particulier, sont, comme nous l'avons vu, $\theta^2 = T^2(1+K)$, $\theta'^2 = T^2(1-K)$; elles diffèrent d'autant plus que K a des valeurs plus élevées; la période φ des battements

$$\frac{1}{\varphi} = \frac{1}{\theta'} - \frac{1}{\theta}$$

est donc plus courte (voir *fig.* 6).

(2) H. RAU, *Recherches sur l'excitation par impulsions* (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* t. IV, 1910, p. 52).

celle du primaire et une petite étincelle (0,5 mm) jaillisant dans une coupure du secondaire (micromètre de Hertz). Par l'emploi d'une petite étincelle, on risquait

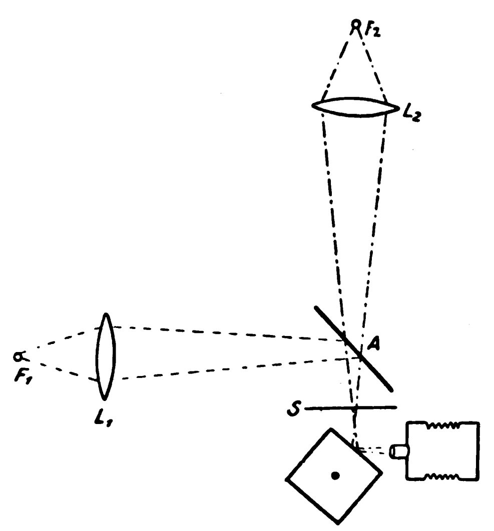


Fig. 4. — Dispositif de H. Rau, pour la photographie simultanée de l'étincelle primaire et d'une petite étincelle dans le secondaire. Objectifs : *Collinear*, *f* : 7,7 ou *Petzval*, *f* : 3; plaques Lumière Σ; mise au point sur la fente S.

d'introduire dans le secondaire un amortissement préjudiciable à la bonne exécution des expériences; les résultats obtenus prouvent cependant qu'il n'y a rien à craindre de ce côté, du moins tant qu'il ne s'agit pas de faire des mesures. Pour des recherches qualitatives, il suffit que l'étincelle soit très courte et le courant assez intense.

Le dispositif de H. Rau est représenté en figure 4; les lentilles L_1 et L_2 forment les images de F_1 et F_2 sur une fente S normale au plan du tableau. L'appareil photographique est mis au point sur la fente, comme l'a indiqué Hemsalech. L'image de F_1 est d'abord réfléchie par le miroir plan argenté A, tandis que celle de F_2 tombe directement sur S. Le miroir tournait à raison de 1000 tours par minute.

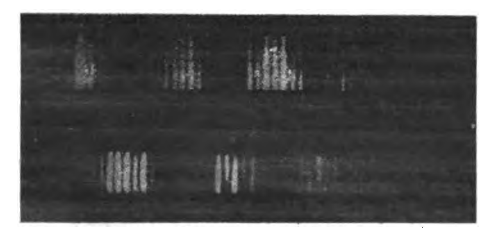


Fig. 5. — Photographies des deux étincelles montrant l'existence de battements dans les deux circuits, le maximum de l'un des systèmes correspondant toujours à un minimum de l'autre.

Pour les deux éclateurs les électrodes étaient en zinc : tiges de 2 mm d'épaisseur en F_1 et pointes en F_2.

La figure 5 est une photographie prise dans le cas d'un couplage relativement lâche (1). On y reconnaît très bien les battements dans les deux circuits provenant des deux ondes de couplage en même temps que les oscillations d'énergie entre les deux systèmes, les maxima de l'un correspondant aux minima de l'autre.

Quand on resserre davantage le couplage, il résulte de la figure 6 que les fréquences des oscillations superposées

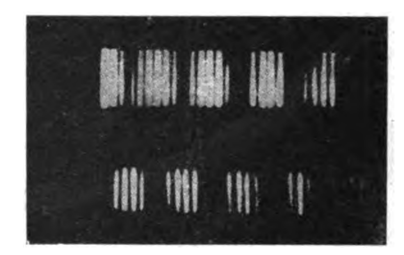


Fig. 6. — Couplage plus serré. La période des battements est plus courte.

dans un même système diffèrent beaucoup l'une de l'autre La période du battement est plus courte.

Avec la figure 7 nous abordons les phénomènes qui

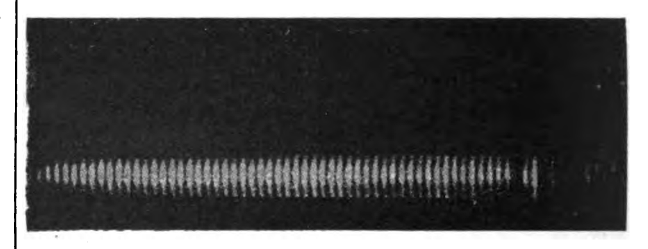


Fig. 7. — Aspect des deux étincelles dans le cas de l'excitation par chocs.

se manifestent dans l'excitation par impulsions.

Pour réaliser cette impulsion ou autrement dit pour communiquer au primaire l'amortissement nécessaire, on y insérait une résistance variable constituée par une solution de sulfate de cuivre. De plus, l'étincelle primaire éclatait dans une atmosphère d'hydrogène, disposition qui, d'après les observations de A. Espinosa de los Monteros (2), présente de grands avantages; en particulier, le couplage le plus favorable pour l'excitation par impulsions peut être beaucoup plus serré qu'avec une étincelle ordinaire de même tension et par suite on communique au secondaire plus d'énergie. On voit que l'étouffement de l'étincelle a lieu à la première demi-période du battement; le primaire reste ouvert et le secondaire, qui lui a soutiré toute son énergie, oscille alors avec sa période propre comme s'il existait seul.

(1) Pour toutes ces photographies, la fréquence commune des deux circuits était d'environ 10^5 p : s; la capacité du primaire $\frac{1}{16}$ microfarad et celle du secondaire $\frac{1}{80}$ microfarad.

(2) A. Espinosa, *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. I, 1908, p. 480.

Dans la figure 8 on a réalisé un cas intermédiaire entre les deux oscillations de couplage et l'excitation par impulsions pure. Le primaire n'est pas ouvert après la première, mais après la cinquième demi-période du battement. On pourrait tout aussi bien accorder les circuits

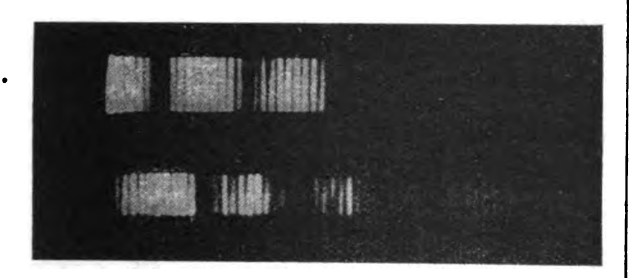


Fig. 8. — Cas intermédiaire où l'étouffement de l'étincelle est réglé à la cinquième demi-période du battement.

de façon à couper l'étincelle après la troisième ou la septième demi-période.

En possession de ce dispositif simple d'observation, l'auteur s'est demandé s'il n'y aurait pas lieu de favoriser la production de cette excitation par chocs en soumettant l'étincelle à un courant d'air ou au soufflage magnétique, c'est-à-dire en recourant à tous les artifices capables de mener à une rapide désionisation du trajet de l'étincelle (¹), car en effet plus vite on élimine les particules conductrices, plus on doit rendre difficile le réamorçage de l'étincelle. H. Rau observait l'image de l'étincelle sur le verre dépoli de son appareil photographique. Ni l'un, ni l'autre de ces procédés n'a apporté d'améliorations sensibles, soit parce qu'ils sont insuffisants par eux-mêmes, ou qu'ils ne jouent dans ce phénomène qu'un rôle secondaire (²).

L'éclateur était constitué par deux lames de cuivre disposées à plat dans un même plan avec leurs arêtes intérieures parallèles entre elles et à l'axe principal de la lentille correspondante de façon à maintenir sur la fente l'image de l'étincelle mobile. Le jet d'air était dirigé suivant la ligne des arêtes.

L'influence d'une bobine de réactance avec fer insérée dans le circuit primaire se traduit par les particularités suivantes : 1° la courbe du courant observée avec un tube de Braun ne revient pas au zéro de la tache; 2° la tension mesurée est plus faible; elle baisse par exemple de 1020 à 880 volts.

Cet affaiblissement de l'effet électrique $\int v^2 dt$ n'empêche pas la valeur maximum de la tension d'être plus élevée, ce qu'on reconnaît en augmentant la distance explosive. Il y a aussi production de surtensions qui ont provoqué deux fois une détérioration de l'induit de la génératrice.

La bobine de réactance assure la régularité des décharges et permet encore de réduire la résistance de protection du primaire.

Autres expériences de Max Wien (¹). — En ce qui concerne les essais avec de longues étincelles (0,5 m, 1 mm, 2 m), nous nous contenterons simplement de les mentionner, parce qu'elles n'ont conduit l'auteur qu'à des résultats médiocres pour la production de l'excitation par choc, comme nous l'avons déjà fait remarquer plus haut. Il a reconnu, au contraire, qu'en associant à l'éclateur un tube de Geissler convenable, le pouvoir étouffeur est augmenté dans de larges proportions, le couplage peut être plus serré et enfin, l'effet utile est meilleur. Le dispositif expérimental est représenté, en figure 9, avec les données suivantes :

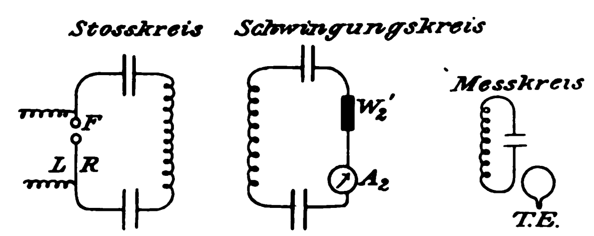


Fig. 9. — Schéma du dispositif expérimental de Wien pour l'étude de l'excitation par choc; LR, tube étouffeur; F, éclateur. De gauche à droite, on trouve le circuit imprimant le choc, le circuit oscillant et enfin le circuit servant à faire les mesures.

Source de courant. — Grande bobine d'induction de Seiffert, interrupteur à jet de mercure de Siemens et Halske, nombre d'étincelles par seconde 7-8.

Circuit imprimant le choc. — Deux condensateurs à gaz sous pression reliés en série, d'une capacité inviduelle de $1,72 \times 10^{-3}$ microfarad, soit C_1 capacité totale $0,86 \times 10^{-3}$ microfarad, large bobine de self-induction de 50 cm de diamètre associée à une plus petite servant à la syntonisation, L_1 total 30 000 cm à 40 000 cm.

Circuit oscillatoire. — Capacité totale C_2 constituée comme pour le primaire, large bobine de self-induction $L_2 = 3950,0$ cm, ampèremètre calorique de Hartmann et Braun, et éventuellement résistance W_2 en fil de manganin noyée dans l'huile.

(¹) On sait que dans le dispositif de Poulsen, le soufflage magnétique de l'étincelle joue un rôle important. A. Espinosa de los Monteros arrive à un étouffement rapide de l'étincelle par la mise en série de plusieurs éclateurs et en utilisant une atmosphère d'hydrogène (*Jarhbuch*, t. I, 1908, p. 480).

(²) Cependant ces expériences ont, une fois de plus, démontré les avantages d'une étincelle vagabonde, au point de vue de l'usure uniforme des électrodes et de la régularité des décharges qui en est la conséquence. Cette propriété a été appliquée bien souvent par les constructeurs de rupteurs pour allumages. Le soufflage augmente aussi considérablement la tension nécessaire pour faire jaillir une étincelle entre deux électrodes d'écartement donné; ainsi de 800 volts sans soufflage on passe à 1100 volts avec soufflage. On peut alors conserver les toutes petites étincelles si favorables à l'excitation par impulsions et augmenter l'énergie transformée en oscillations à l'aide du soufflage.

(¹) Max Wien, *Sur l'excitation par impulsions avec tubes étouffeurs d'étincelles* (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie,* t. I, 1908, p. 471; t. IV, 1910, p. 135 à 157); *Sur une nouvelle forme d'excitation par impulsions* (*Physikalische Zeitschrift*, t. XI, 1910, p. 76 et 311); *La production d'ondes électriques faiblement amorties* (*Physik. Zeit.*, t. XI, 1910, p. 937).

Circuit de mesure. — Servant seulement à contrôler l'existence de l'excitation par chocs et comprenant un condensateur réglable, une bobine de self-induction de faible amortissement et un couple thermo-électrique avec son galvanomètre T. E. Nous reproduisons en figure 10 les courbes de résonance que l'auteur a obtenues avec ce dispositif. Les abscisses sont proportionnelles aux capacités (angles dont le condensateur a tourné à partir du zéro) et par suite, aux longueurs d'onde; les ordonnées sont proportionnelles aux indications du thermique. Avec un tube de Geissler en LR et un certain couplage, l'onde supplémentaire s'est révélée avec un maximum très aigu (cas de la figure 7); à partir de

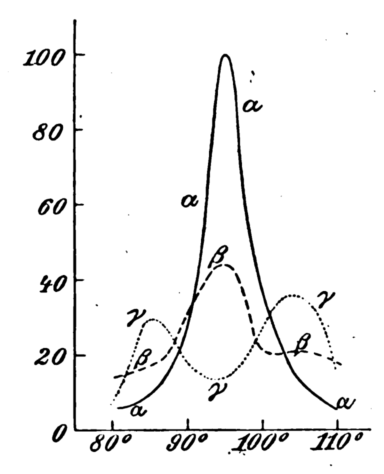


Fig. 10. — Courbes de résonance : α et β, avec tube étouffeur et différents couplages $\beta > \alpha$; γ, avec étincelle ordinaire sans amortissement.

cette position critique, on serre encore le couplage; on ne retrouve pas, dans la courbe de résonance, les deux maxima ordinaires correspondant aux deux oscillations de couplage, mais une courbe telle que β (cas de la figure 8), qui indique qu'on se trouve dans les conditions d'une excitation par chocs imparfaite. On constate des reprises de l'étincelle très irrégulières : soit une reprise et il y a extinction du primaire au deuxième minimum, soit deux reprises et il y a extinction du primaire au troisième minimum.

La courbe γ est une courbe de résonance ordinaire analogue à celle de la figure 2.

Pour préciser mieux encore les conditions du problème, nous dirons qu'un étouffeur médiocre avec liaison lâche exige un accord plus précis entre les deux circuits; au contraire, avec un accouplement relativement rigide, on a la faculté de pouvoir pousser le désaccord assez loin, sans affaiblir le pouvoir étouffeur. Pour $K = 12$ à 14 pour 100, Max Wien est arrivé à diminuer la self-induction de 10 pour 100 de sa valeur correspondant aux circuits syntonisés; Glatzel est allé bien plus loin encore dans ce sens, sans cesser d'obtenir l'excitation par choc du secondaire. Une oreille exercée reconnaît qu'il y a étouffement dans le primaire au claquement particulier de l'étincelle; mais le criterium le plus certain réside toujours dans la construction de la courbe de résonance.

Forme des tubes étouffeurs d'étincelles. — Comme l'extinction se fait au voisinage immédiat des électrodes, la forme du tube n'a pas une grande importance; l'espèce d'ampoule indiquée en figure 11, *a*, suffit pour les expériences courantes.

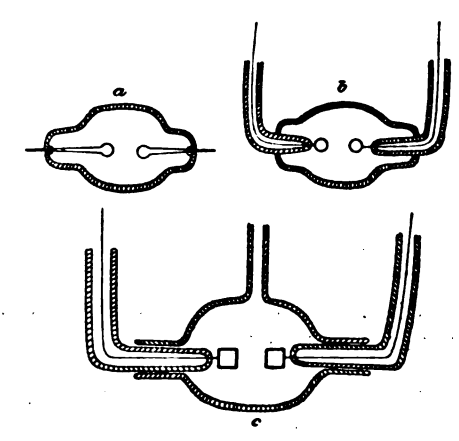


Fig. 11. — Modèles de tubes étouffeurs pour l'excitation par impulsion, d'après Max Wien.

On peut supprimer les électrodes à longues tiges et adopter le modèle *b* qui permet un double refroidissement d'abord en plongeant l'ampoule entière dans un bain d'huile et ensuite en versant de l'huile dans les tubes qui contiennent les fils d'amenée du courant.

En *c*, ces tubes ne sont plus soudés, mais simplement ajustés sur les ampoules, dont on les sépare facilement pour le nettoyage ou le changement des électrodes, si le bout du fil de platine qui émerge du tube est fileté.

L'intérieur des tubes étouffeurs demande une extrême propreté; on ne doit laisser aucune trace de graisse sur les électrodes. Après avoir fait le vide, on forme le tube en le soumettant à un certain nombre de décharges, de préférence avec une tension un peu plus élevée que celle dont on se servira ultérieurement. Ce traitement préalable a probablement pour conséquence un nettoyage complet des électrodes. Un tel tube est capable de fonctionner plusieurs mois.

Conclusions. — L'auteur résume ainsi les expériences qu'il a réalisées :

L'excitation par impulsions sans tube étouffeur n'est possible avec les longues étincelles que si le couplage des circuits est très lâche. Les éclateurs à électrodes en argent étouffent le mieux, celles en magnésium le moins. Le rendement pour de hautes tensions est toujours très faible.

Dans un système non couplé, l'influence d'un tube étouffeur se traduit par une augmentation considérable de l'amortissement et un déplacement de la courbe de résonance vers les grandes longueurs d'onde; dans un système couplé, le pouvoir extincteur est encore plus grand, mais si le couplage est trop serré, il y a réamorçage possible de l'étincelle et, par suite, on se trouve dans les conditions d'une excitation par choc imparfaite (*fig.* 8 et 10, β).

Le pouvoir étouffeur d'un tube ne dépend, ni de sa

forme, ni de la nature du gaz, ni de la forme des électrodes, ni de la capacité; mais de la pression du gaz, de la nature du métal et de la grandeur des électrodes et enfin de la tension. La pression la plus favorable réside aux environs de 0,1 mm à 1 mm de mercure, le cuivre et l'argent étouffent le mieux. Une tension croissante diminue le pouvoir extincteur; à 80 000 volts, il faut deux tubes en série pour fonctionner régulièrement; au-dessus de 100 000 volts, tout est brouillé.

L'effet utile pour l'excitation par impulsions dépend de l'énergie dépensée dans le circuit excitateur depuis le commencement de la décharge jusqu'au moment où l'étincelle est coupée; il est d'autant meilleur que cet intervalle est plus court, que le couplage est plus serré et enfin que la résistance du circuit primaire est plus faible. Le meilleur rendement (80 à 86 pour 100) a été obtenu avec des tensions comprises entre 30 000 et 80 000 volts et de petites électrodes en cuivre ou argent.

On atteint des puissances de plus en plus grandes par élévation de la tension, augmentation de la capacité et de la fréquence des étincelles. La formation de l'arc peut être empêchée, par soufflage des étincelles, quand elles sont trop rapprochées. Avec un transformateur à résonance de Boas, on a obtenu une bonne excitation par chocs en dépensant 1 kilowatt dans le primaire, et environ un demi-kilowatt dans le circuit oscillant. Dans leur forme actuelle les tubes étouffeurs ne se prêtent pas à un long service.

Expériences de Glatzel avec l'arc au mercure et des éclateurs enfermés dans des tubes a hydrogène raréfié (1). — L'idée première d'utiliser l'arc au mercure revient à H. Rendahl qui a effectué avec ce dispositif quelques essais, sans grande portée pratique, dans le laboratoire de la Gesellschaft für drahtlosen Telegraphie (2). D'ailleurs le principe de l'excitation par choc une fois posé, il était presque naturel de songer à utiliser un oscillateur incapable d'entretenir les oscillations, comme c'est le cas d'un éclateur à vapeur de mercure sous certaines conditions. En effet, il ne reste conducteur pour le courant électrique et pour les oscillations que si l'ampoule contient suffisamment de vapeurs de mercure, lesquelles ne se développent d'ailleurs que pour une certaine intensité du courant; au-dessous de celle-ci, les électrodes ne sont plus assez chaudes, le dégagement de vapeurs s'arrête et le trajet de l'étincelle perd presque instantanément sa conductivité. Il faut à nouveau amorcer l'étincelle.

La tension d'allumage dépend beaucoup du degré de vide et varie dans de larges limites, de 2000 à 8000 volts dans les appareils de l'auteur. Pour se rapprocher maintenant le plus possible du cas idéal de l'excitation par choc, il faut s'arranger pour faire tomber rapidement l'intensité du courant au-dessous du minimum compatible avec le passage de l'étincelle, ce qu'on peut réaliser en soutirant de l'énergie au système, par exemple par un couplage très serré du primaire et du secondaire.

La construction d'un éclateur à vapeur de mercure a présenté de grandes difficultés. Tout d'abord, Br. Glatzel prohibe absolument l'emploi du verre de Bohême pour la confection des ampoules, qui deviennent rapidement dures; elles salissent le mercure par suite sans doute d'une combinaison de celui-ci avec les corps entrant dans la composition du verre; enfin, dans une ampoule laissée quelque temps au repos, il se produit souvent des explosions à la remise en service. Les verres à base de plomb conviennent seuls. La forme de l'ampoule est indiquée en figure 12. Le globe a 180 mm de diamètre;

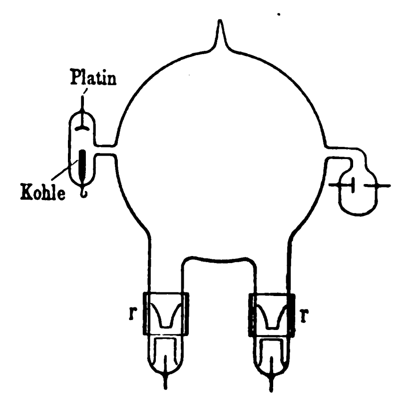


Fig. 12. — Modèle d'éclateur à vapeur de mercure de Glatzel.

mais des chambres de condensation plus restreintes conviennent encore mieux. Les électrodes de platine sont entourées d'un tube soudé intérieurement et permettant de régler l'admission du mercure; elles sont surmontées d'un entonnoir en verre ou porcelaine dont le rebord soudé aux jambes est percé de petites ouvertures. Ce dispositif permet de nettoyer le mercure aussi souvent qu'il est nécessaire. Pour cela, on retourne l'appareil pour faire passer tout le liquide dans la chambre de condensation, puis, par le mouvement inverse, on le ramène autour des électrodes en quantité convenable et purifié par filtrage par l'entonnoir.

Le réglage du vide est très important; on l'obtient à l'aide du petit tube de gauche, dont l'anode consiste en un bâtonnet de charbon engainé dans un tube de platine et la cathode, en une lame de platine (1). Sous l'influence de la chaleur occasionnée par le passage du courant, le charbon rend du gaz; en intervertissant les connexions, le platine incandescent absorbe celui qui est en excès. La méthode de Dewar donne aussi de bons résultats : on met la chambre de condensation en communication avec un petit récipient en verre contenant du charbon de noix de coco; on augmente ou l'on diminue

(1) Br. Glatzel, *L'arc au mercure appliqué à la production d'ondes électriques faiblement amorties* (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. II, n° 1, 1908, p. 65 à 91); *Nouvelle méthode pour la production de courants de haute fréquence d'après le principe de l'excitation par choc*. Première et deuxième communications (*Physik. Zeitsch.*, t. XI, 15 octobre 1910, p. 886 à 894).

(2) H. Rendahl, *Sur la production d'oscillations électriques faiblement amorties* (*Physik. Zeitsch.*, t. IX, 15 mars 1908, p. 203).

(1) Il ne faut pas employer l'aluminium qui forme avec le mercure un composé blanc, filandreux qui souille l'appareil.

la pression par chauffage ou refroidissement par l'air liquide. Enfin, on peut influencer le potentiel de décharge d'un éclateur à vapeur de mercure en créant un champ électrostatique au voisinage des électrodes. C'est le rôle des deux bagues *rr* fendues longitudinalement pour pouvoir coulisser extérieurement sur les jambes de l'ampoule. Suivant la position de ces armatures; le potentiel de décharge a varié de 3400 à 1250 volts.

La figure 13 montre une série de courbes de résonance

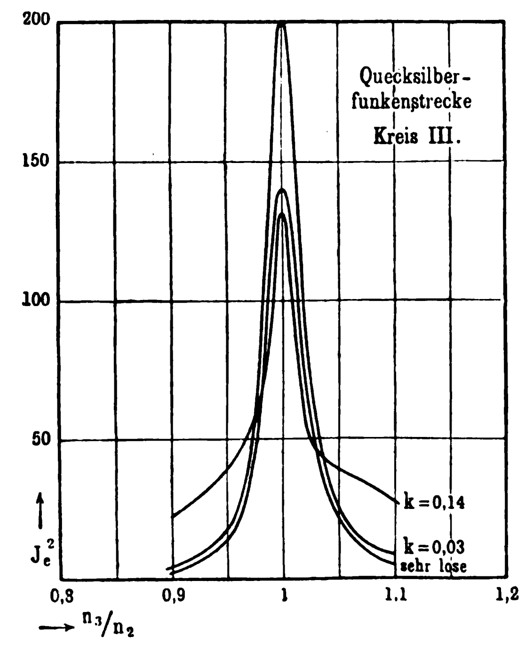


Fig. 13. — Courbes de résonance obtenues par Br. Glatzel avec un éclateur à vapeur de mercure.

obtenues avec un tel éclateur; on voit que, pour les couplages utilisés depuis $k = 0$ à $k = 14$ pour 100, il n'existe qu'une courbe de résonance unique dont l'amortissement est sensiblement constant et égal à l'amortissement propre du secondaire. Ces faits sont d'ailleurs confirmés par l'observation directe à l'oscillographe à lumière négative; mais si l'on resserre davantage le couplage $K = 24$ ou 29 pour 100, alors les deux ondes partielles s'accusent de nouveau, et, par conséquent l'éclateur ne satisfait plus aux conditions idéales de l'excitation par choc; il y a échange d'énergie entre les deux circuits. L'auteur a cherché aussi à établir combien il fallait de temps à la colonne de vapeur de mercure pour perdre sa conductibilité ou autrement dit quelle était son inertie. Il remarque d'abord qu'un arc au mercure ne peut fonctionner avec du courant alternatif de fréquence 50 périodes par seconde, parce que la lampe s'éteint au moment où le courant passe par zéro et a perdu toute conductivité avant que la valeur instantanée du courant ait repris une intensité suffisante (1). En un mot, pour entretenir des oscillations dans l'arc au mercure, il est nécessaire de l'alimenter par un courant de très haute fréquence, et alors, si une extinction se produit, elle ne peut résulter que de l'amortissement des oscillations qui ont abaissé le courant au-dessous du minimum compatible avec le fonctionnement. On détermine le coefficient de couplage limite pour lequel les deux ondes partielles apparaissent; il y a à ce moment des battements dont la fréquence n_3 est égale à la différence des fréquences des ondes de couplage : $n_3 = n_2 - n_1$. L'expérience fournit toutes les données permettant de calculer n_3 et par suite son inverse, dont la moitié représente le temps s'écoulant entre un maximum et un minimum du battement. La colonne de vapeur doit donc garder sa conductivité un laps de temps un peu supérieur à cet intervalle pour qu'il y ait report d'énergie du secondaire au primaire.

L'auteur trouve ainsi que l'inertie de l'arc étudié correspond à une durée $t = 5{,}13 \times 10^{-6}$ seconde; celle d'un éclateur à air libre, électrodes en zinc, $t = 47 \times 10^{-6}$ seconde, c'est-à-dire 10 fois plus grande.

Jusqu'ici tous les dispositifs imaginés pour produire l'excitation par choc n'ont pas permis d'utiliser un coefficient de couplage supérieur à 20 pour 100, au delà duquel les deux ondes de couplage se manifestent comme à l'ordinaire. Ce degré de liaison constitue, certes, un progrès considérable par rapport aux procédés habituels d'excitation avec lesquels le couplage ne dépasse pas 4 pour 100.

Br. Glatzel s'est alors demandé s'il ne serait pas possible de rendre encore plus vite le trajet de l'étincelle non conducteur en faisant disparaître les ions métalliques par une combinaison chimique avec l'hydrogène, qui serait favorisée précisément par l'accroissement de température que l'on constate sur les électrodes, ce qui explique pourquoi certains physiciens ont cru devoir attribuer à cette élévation de température la désionisation rapide du trajet interpolaire.

Ce moyen lui a été suggéré par certaines observations sur l'étincelle éclatant dans une atmosphère d'hydrogène, entre fils de nickel de 1 mm à 2 mm de diamètre, sur lesquels est dérivé un circuit contenant une capacité.

La forme de la décharge dépend de l'intensité I_s du courant secondaire de la bobine; pour une certaine valeur de I_s on observe des lueurs; au-dessous de ce maximum critique, la décharge a lieu sous forme d'étincelle, on dit alors qu'elle est *active*, c'est-à-dire apte à exciter ou entretenir des oscillations dans le circuit comprenant la capacité. En réalité, le courant intervient moins par lui-même que par la chaleur qu'il développe sur les électrodes. A la valeur critique de I_s correspond également une température d'inversion où l'étincelle se transforme en lueur.

Il n'y a plus d'oscillations dans ce cas; bien au-dessous de ce point, les oscillations sont au contraire d'autant plus nombreuses que I_s a une valeur plus faible. En se règlant au voisinage du point critique, on peut se placer dans les conditions de l'excitation par choc. Toutes ces considérations s'appliquent aussi bien au courant alternatif qui n'est en somme qu'un courant continu variable. La figure 14 montre alors ce qui se passe dans le cycle

(1) *Le rôle des bobines dans les redresseurs à vapeur de mercure* (voir *La Revue électrique*, t. IX, 30 juin 1908, p. 465).



d'un quart de périodes. Aux valeurs instantanées 1, 2, 3, 4 du courant de charge alternatif correspondent 4 intensités différentes indiquées par la longueur de la gaine de lumière négative; en 4 on a déjà dépassé le point d'inversion, c'est-à-dire le point au-dessus duquel il n'y a plus d'oscillations. Quand la décharge oscillante du condensateur s'établit, la durée de l'étincelle est la plus longue en 1, la plus courte en 3 et en 4 il y a disparition complète des oscillations. L'excitation par choc s'améliore donc à mesure que l'intensité du courant progresse de 1 à 3; or, plus on réalise les conditions idéales de l'excitation par choc, plus on soutire d'énergie au primaire (le couplage étant supposé très serré, 50 pour 100); les

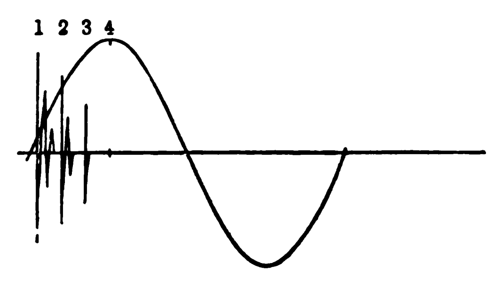


Fig. 14. — Schéma des phénomènes qui se déroulent dans un circuit oscillant en dérivation sur une étincelle éclatant dans l'hydrogène quand on emploie du courant alternatif.

amplitudes des oscillations doivent donc diminuer de 1 à 3, comme l'indique la figure schématique 14, et comme cela résulte en réalité de photographies obtenues avec l'oscillographe à lueur. Si l'on désire produire une bonne excitation par impulsion d'une façon permanente, il faut employer un courant alternatif, dont l'onde ait la

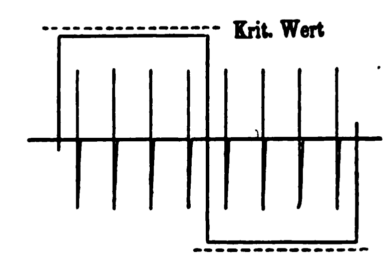


Fig. 15. — Forme de la courbe du courant alternatif donnant d'une façon permanente une bonne excitation par choc avec une étincelle jaillissant dans l'hydrogène, d'après Br. Glatzel.

forme représentée par la figure 15 et dont le maximum soit un peu au-dessous de l'intensité critique *Is*. Avec ce dispositif donnant des ondes faiblement amorties, l'auteur a pu percevoir un son musical très pur au récepteur, grâce à la succession régulière des étincelles. Si le courant alternatif n'a pas la forme de courbe indiquée en figure 15, pour obtenir un son pur il faut s'arranger pour n'avoir qu'une étincelle par demi-période et employer un alternateur de fréquence 500 à 600 périodes par seconde.

Des photographies montrent, du reste, la succession régulière des étincelles dans le cas d'une étincelle unique par demi-période et, au contraire, leur distribution arbitraire quand il y en a plusieurs.

Dans toutes ces expériences, l'auteur s'est servi d'électrodes filiformes de 2 mm de diamètre, parce qu'elles se prêtent mieux à la formation de la gaine de lumière négative. Parmi les métaux, le nickel présente la zone d'inversion avec le plus de netteté; c'est avec lui aussi qu'on obtient la meilleure excitation par impulsions. Pour l'aluminium, le cadmium et le magnésium, il ne suffit plus de les noyer dans l'hydrogène pour reproduire ce phénomène. En résumé cet éclateur à hydrogène et électrodes de nickel se distingue par des propriétés tout à fait particulières; avec d'autres dispositifs, on cherche notamment à éliminer le plus rapidement possible la chaleur développée pour hâter la désionisation du trajet de l'étincelle; ici, au contraire, on doit amener et maintenir les électrodes à une température déterminée. Dans une autre communication, l'auteur s'est attaché plus particulièrement à déterminer la température d'inversion en fonction du courant circulant dans le circuit primaire; en l'analysant nous sortirions du sujet même que nous voulions exposer.

Conclusion. — Ce développement un peu long nous a cependant paru nécessaire, non seulement pour bien faire connaître le mécanisme des étincelles soufflées ou étouffées qui permettent de réaliser l'excitation par chocs ou à-coups; mais encore pour montrer l'importance qu'avait prise en Allemagne la découverte de Max Wien. Par les références bibliographiques que nous avons intercalées, le lecteur a pu juger de l'activité des laboratoires d'outre-Rhin pour tirer de ce principe tous les perfectionnements qu'on était en droit d'en attendre pour les appliquer à la télégraphie sans fil. En réalité, ces expériences sont très intéressantes, mais n'ont pas encore révolutionné les procédés de la télégraphie sans fil. Jusqu'ici le comte Arco est le seul ou à peu près, à avoir équipé une station de la Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, système « Telefunken », suivant le mode d'excitation par choc, et il atteint ainsi une portée de 3700 km.

Nous nous proposons de décrire en détail cette installation dans un prochain article et nous terminerons en rappelant au lecteur que la station de la tour Eiffel reste toujours une des premières du monde et que son rayon d'action va sous peu s'étendre à 6000 km.

En parcourant les nombreux Mémoires cités plus haut nous avons rencontré souvent un appareil qui est aux oscillations électriques ce que le tube de Braun est aux courants alternatifs industriels; nous voulons parler de l'oscillographe à lueur ou lumière négative (Glimmlicht oscillograph), qui permet de suivre la marche d'une décharge oscillante, tout aussi bien que le tube de Braun laisse voir la forme de la courbe d'un courant alternatif. Cet appareil n'a jamais figuré dans aucune communication à la Société française de Physique ou à la Société internationale des Électriciens. Nous nous proposons de le faire connaître dans une prochaine revue.

La production mécanique de courants de haute fréquence pour la télégraphie sans fil [1].

L'invention de l'ingénieur R. Goldschmidt n'a pas eu seulement les honneurs de la presse quotidienne, mais encore un personnage princier s'est intéressé aux premiers essais effectués à Francfort. Nous nous empressons donc d'indiquer le principe du dispositif en question, tel que l'auteur lui-même l'a exposé dans un article paru dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 11 janvier dernier. Ce dispositif permet d'atteindre de très hautes fréquences et, en même temps, de mettre en jeu des puissances considérables.

En figure 1, S représente le stator et R le rotor d'une machine analogue à un motor d'induction triphasé.

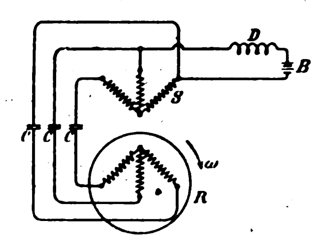


Fig. 1. — Dispositif R. Goldschmidt pour la production mécanique de hautes fréquences au moyen d'un stator S recevant du courant continu et d'un rotor R entraîné mécaniquement, les deux enroulements étant reliés électriquement.

Les bagues du rotor sont reliées électriquement aux bornes du stator. D'une manière générale, on peut envoyer dans l'un ou l'autre des enroulements, ou même dans les deux à la fois, le courant continu fourni par une batterie B, qui est protégée contre les courants alternatifs par une bobine de réactance D, puis faire tourner le rotor avec une vitesse angulaire ω (l'enroulement est supposé bi-polaire).

Étudions en particulier les phénomènes qui se déroulent d'après le schéma de la figure 1 où les connexions électriques entre les deux enroulements sont réalisées par l'intermédiaire de condensateurs C, en sorte que le courant continu reste cantonné dans S, tandis que des courants alternatifs peuvent s'échanger entre S et R. Par suite du déplacement de celui-ci, il s'y produit des courants alternatifs de fréquence f correspondant à sa propre vitesse de rotation. Ces courants passent à travers les condensateurs C dans les bobines statoriques où ils donnent naissance à un champ tournant de vitesse angulaire absolue ω également, mais de sens opposé à la rotation du rotor, ce qui est réalisé en établissant les connexions entre S et R d'une façon convenable. Ce champ tourne donc avec une vitesse angulaire relative 2ω; il produit dans le rotor des courants de fréquence $2f$, qui à leur tour se répandent dans le stator où ils se transforment en courants de fréquence $3f$ (la vitesse relative étant $2\omega + \omega$), et ainsi de suite. Théoriquement cette auto-transformation permettrait d'atteindre des fréquences infinies.

En pratique, l'auteur a adopté une autre forme de machine dont le principe est indiqué en figure 2. Le

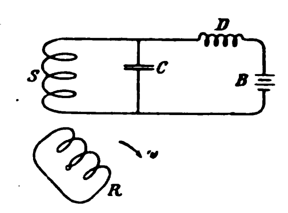


Fig. 2. — Autre dispositif où le stator et le rotor sont séparés et court-circuités.

rotor et le stator sont bobinés en monophasés, le rotor est fermé sur lui-même et le stator est court-circuité pour les courants alternatifs seulement par l'intermédiaire du gros condensateur C [1].

Le courant continu lancé dans S éveille dans R des courants de fréquence f. Considérons maintenant R comme un circuit primaire et imaginons qu'on ait décomposé le champ alternatif dû aux courants rotoriques en deux champs tournant en sens inverse avec une vitesse angulaire ω (celle du rotor). La composante qui a même sens que la rotation du rotor paraît fixe dans l'espace et représente la réaction du rotor sur le champ statorique produit par le courant continu; la deuxième composante tourne avec une vitesse angulaire 2ω = vitesse angulaire propre + vitesse du rotor, et induit, par suite, dans le stator des courants de fréquence $2f$. Nous pouvons de nouveau résoudre le champ résultant en une composante de réaction fixe et une composante d'action qui induit dans R des courants de fréquence $2f + f = 3f$, et ainsi de suite. Finalement nous obtenons encore par ce moyen des fréquences théoriquement infinies. Dans ce dernier dispositif, le le rotor et le stator jouent alternativement le rôle de primaire; de plus, le report d'énergie du primaire sur le secondaire a lieu par induction, tandis que dans le cas considéré tout d'abord les échanges s'opéraient par des liaisons électriques.

Il semble, au premier abord, que ce procédé ne soit capable de ne donner que des harmoniques de fréquences relativement basses, tels que les produisent les alternateurs industriels dont le flux inducteur ne suit pas rigoureusement la loi sinusoïdale. Cette éventualité ne se présentera pas si l'on a soin de dériver dans un court-circuit effectif toutes les basses fréquences inutilisables et de ne laisser arriver au récepteur (l'antenne) que les fréquences mêmes qu'on désire employer. Alors il s'effectue réellement à l'intérieur de la machine une transformation des fréquences basses en fréquences élevées et cela avec un rendement considérable et une disponibilité d'énergie qui croît jusqu'à un certain point avec la fréquence, car chaque élévation de fré-

[1]) Rudolph Goldschmitt, *Elektrotechnische Zeitschrift*, XXXII, 11 janvier 1911, p. 54.

[1]) L'auteur désigne, sous le nom de *court-circuit effectif* pour courants alternatifs, un court-circuit contenant un condensateur capable de compenser également l'inductance propre de la machine.

quence entraîne une transformation supplémentaire d'énergie mécanique en énergie électrique. Sans la présence du court-circuit offert aux fréquences mortes, les courants iraient, au contraire en s'affaiblissant, à mesure que le nombre de périodes augmenterait et l'obtention d'une certaine puissance deviendrait impossible.

L'augmentation de fréquence qui se produit dans une machine présente cet avantage que la composante active correspondant à la fréquence nf compense très sensiblement la composante réactive correspondant à la fréquence $(n+1)f$, en sorte que c'est le dernier champ, le champ utile de fréquence la plus élevée, qui subsiste seul dans toute son intensité et qui seul provoque des pertes dans le fer.

L'auteur compare son dispositif d'enroulement statorique et rotorique à la combinaison de deux miroirs, l'un fixe et l'autre en rotation. L'énergie électrique se réfléchit entre les deux circuits comme un rayon lumineux entre les deux miroirs avec une fréquence toujours croissante et une perte d'énergie d'autant plus faible que les « miroirs » sont eux-mêmes moins amortis. On pourrait appeler cette machine « génératrice à réflexion ».

L'auteur explique ensuite le principe de la syntonisation des divers circuits, d'après le schéma de la figure 3, qui dans la pratique a subi encore des simplifications notables. Nous voulons, par exemple, obtenir une fréquence quadruple $(4f)$ de celle que fournirait la machine sans autre accessoire. On envoie dans le stator S le courant continu de B à travers la bobine de réactance D. Les courants rotoriques de fréquence f suivent alors le circuit syntonisé $R - C_3 - D_2 - C_4 - R$. Le condensateur C_3 est réglé pour compenser la self-induction de R, tandis D_2 et C_4 sont en résonance pour la fréquence f. Les courants de période $2f$ excités dans le stator prennent le chemin $C_1 - D_1 - C_2$.

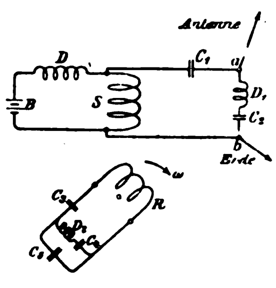


Fig. 3. — Schéma des appareils de réglage pour la sélection d'une fréquence déterminée, par exemple 4 fois la fréquence fondamentale de la machine.

C_1 sert à compenser la self-induction de S; D_1 et C_2 sont accordés pour une fréquence propre égale à $2f$. Les courants du rotor de fréquence $3f$ sont court-circuités par C_5 ajusté convenablement. Seuls sont utilisés les courants de fréquence $4f$ qui peuvent être captés entre les points a et b sans aucun mélange. Comme $D_1 - C_2$ sont désaccordés pour la fréquence $4f$, il ne peut passer par cette dérivation pour aller à l'antenne qu'une fraction extraordinairement petite des courants de fréquence $4f$. Au contraire, ils sont en résonance aiguë pour la fréquence $2f$, en sorte que, pratiquement, il n'apparaît entre a et b aucune tension de cette fréquence $2f$. Il faut bien remarquer que, dans ce montage, l'adjonction du condensateur C_5, par exemple, n'apporte aucune perturbation aux conditions de résonance pour la fréquence f dans le circuit du rotor, pas plus que l'antenne ne trouble la résonance dans le circuit du stator. Cette constance résulte de la syntonisation établie entre les deux enroulements S et R et les condensateurs C_1 et C_3 qui est telle que la résonance subsiste dans les circuits aussi bien quand les dérivations $D_1 - C_2$, $D_2 - C_4$ sont ouvertes ou mises en court-circuit. La première machine de ce genre fonctionne depuis avril 1910 à la station radiotélégraphique de la C. Lorentz A. G., à Eberswald. Elle donne, pour des longueurs d'onde de 10000 m, une puissance de 12,5 kilowatts et 8 à 10 kilowatts pour des longueurs d'onde de 5000 m. Il n'y a aucune difficulté à construire des machines pouvant fournir 60 à 80 kilowatts et des longueurs d'onde de 3000 m. Pour des ondes de 10000 m, son rendement est environ 80 pour 100. Un de ses avantages essentiels est de pouvoir fournir une grande échelle de fréquences qui sont obtenues par le simple jeu d'un commutateur. La gradation précise des longueurs d'onde se fait par un procédé particulier. Les brevets allemands relatifs à cette invention sont devenus la propriété de la Société C. Lorentz, de Berlin. B. K.

TÉLÉPHONIE.

Systèmes téléphoniques employés sur les lignes de chemins de fer des États-Unis.

La plupart des chemins de fer américains sont munis d'un système téléphonique permettant aux agents des gares de communiquer, au moyen d'une seule ligne téléphonique, avec toute une série de postes échelonnés le long de la voie pour leur transmettre les ordres de service, soit individuellement à chaque poste, soit collectivement à tous les postes.

Dans le cas de l'appel individuel, le poste transmetteur lance sur la ligne une série de courants qui actionnent, à chaque poste récepteur, une roue dentée fermant un contact en un point de sa course circulaire, différent pour chaque poste. Il suffit donc que le poste transmetteur lance un nombre de courants égal au numéro de la dent de la roue à laquelle correspond ce contact, au poste qu'il veut appeler, pour que ce dernier soit mis en relation avec lui.

Pour l'appel multiple, la fermeture du circuit de la ligne du poste transmetteur déclenche les sélecteurs de tous les postes récepteurs et la communication est établie au moyen de contacts tournants placés différemment pour chaque poste récepteur et auxquels correspondent, au poste transmetteur, autant de plots. Il suffit donc qu'à ce dernier poste la communication soit établie, à un moment donné, à travers un de ces plots, pour que le poste récepteur correspondant soit averti au moment où son contact mobile ferme le circuit, moment qui est également celui où ce circuit est fermé à travers ledit plot du poste transmetteur.

Chaque poste est, en outre, muni de téléphones assurant à tous les appareils de la ligne la même résistance apparente.



MESURES ET ESSAIS.

APPAREILS DE MESURE.

Les instruments électriques anglais à l'Exposition de Bruxelles [suite (1)].

IV. Appareils industriels, de tableaux et enregistreurs. — *Ampèremètre thermique de Duddell.* — Le principe de cet appareil est le même que celui du thermo-galvanomètre. La bobine mobile, cependant, est disposée sur pivots et porte une aiguille.

Le chauffoir consiste en une petite feuille de mica platiné dans les instruments donnant une déviation de toute l'échelle avec 20 milliampères ou moins et, dans les autres ampèremètres thermiques, en une grille en platine.

Il est à lecture directe et peut supporter une surcharge de 100 ou 200 pour 100.

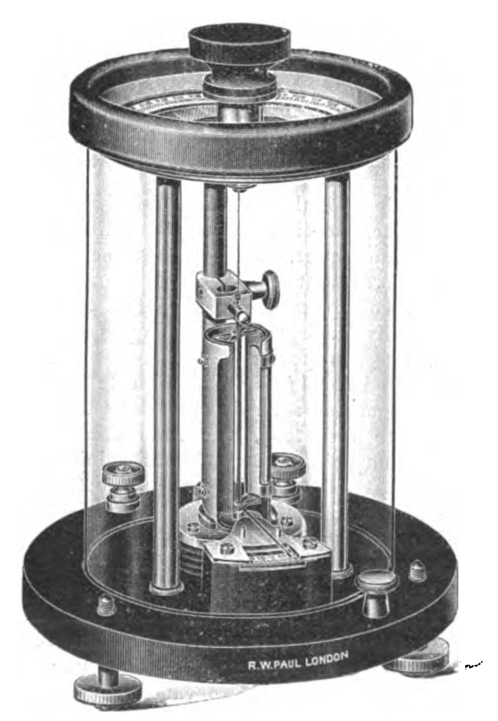


Fig. 19. — Voltmètre électrostatique Ayrton-Mather.

Voltmètre portatif « Kelvin » pour la mise en parallèle des machines. — Cet appareil rend possible la mise en parallèle de deux ou plusieurs machines avec la plus faible chance de produire des variations dans la tension. Il est construit de telle façon que, quand la tension à la barre de distribution est égale au voltage de la dynamo, l'aiguille de l'instrument vienne au zéro. En pratique, il est usuel de fermer un commutateur du circuit de la dynamo et de placer l'instrument entre les bornes du commutateur restant; celui-ci est fermé quand l'instrument marque zéro.

Voltmètre électrostatique Ayrton-Mather, modèle pour méthode de zéro (*fig.* 19). — Si l'on désire mesurer de hautes tensions directement, on doit employer des voltmètres électrostatiques qui possèdent les avantages d'être absolument à l'abri des erreurs dues à la forme de l'onde et à la fréquence, de ne pas avoir d'erreur de température et de ne consommer aucune puissance.

Le torque produit par le potentiel sur l'instrument (à courants alternatifs ou continus) est équilibré par la torsion de la suspension, comme dans un électrodynamomètre Siemens. La torsion de la tête (celle-ci étant divisée en 360 parties) est proportionnelle au carré de la tension.

L'instrument est portatif et donne jusqu'à 60 volts environ.

Deux des instruments ci-dessus conviennent spécialement aux mesures de courants alternatifs en les disposant aux extrémités d'une résistance connue traversée par le courant.

Enregistreurs « Kelvin » S. R. — Les instruments connus sous le nom de *type S. R.* (siphon recorder) sont basés sur le principe du siphon recorder de Lord Kelvin. Ils sont construits sur le principe du cadre mobile. Un grand papier est employé qui permet de prendre des lectures exactes. Un mouvement d'horlogerie, permettant l'enregistrement pendant 25 heures, est construit pour que l'éloignement du tambour, pour remettre un nouveau papier, le remonte. Il est donc impossible d'oublier de remonter le mouvement d'horlogerie. Un mouvement d'échappement évite de le remonter trop.

Enregistreur pour feeder. — Combinaison d'un voltmètre enregistreur et d'un ampèremètre enregistreur. Il peut être rapidement adapté à beaucoup d'essais tels que l'enregistrement sur le même papier de la charge sur le feeder et de la différence de potentiel à l'extrémité du feeder.

Enregistreur à fil (1) *de The Cambridge Scientific Instrument C°.* — Quand il est nécessaire d'obtenir un enregistrement continu des températures, on peut employer un galvanomètre enregistreur auquel on a donné le nom d'*enregistreur à fil.* Cet instrument comprend une bobine de galvanomètre suspendue, portant une baguette qui est abattue par un mouvement d'horlogerie (toutes les minutes ou les demi-minutes suivant les besoins) sur un fil encré (*fig.* 20).

Ce fil est ainsi appuyé contre un papier quadrillé

(1) Voir *La Revue électrique*, t. XV, 10 mars 1910, p. 242.

(1) *Engineer*, 14 juin 1907. — A. Gamgee, *Phil. Trans. Roy. Soc.*, série B, t. CC, 1908, p. 239.



porté par le tambour placé au-dessous et, étant encré, il marque un point sur le papier. Cette méthode laisse la baguette du galvanomètre tout à fait libre de prendre

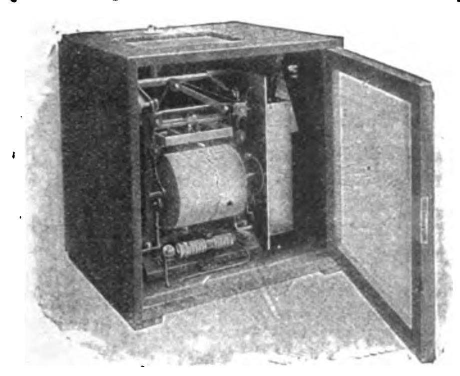


Fig. 20. — Enregistreur à fil de The Cambridge Scientific Instrument C°.

sa propre position, excepté au moment où la baguette est abattue, et l'on évite ainsi le frottement de la plume. L'enregistreur à fil peut être aussi employé au lieu d'un ampèremètre ou voltmètre ordinaire quand des enregistrements sont nécessaires.

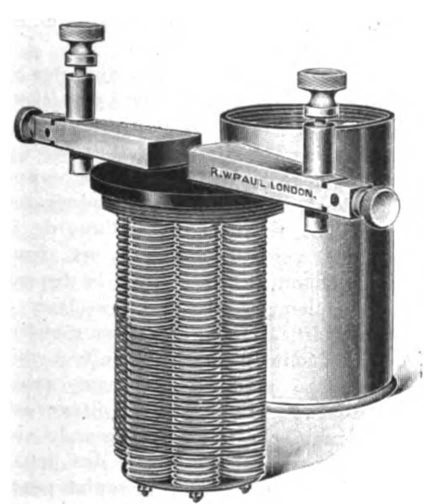


Fig. 21. — Résistance étalon de Drysdale.

Transformateurs pour instruments de mesure. — Ces transformateurs ont été étudiés en vue de donner un rapport constant et un minimum de décalage de phase. MM. Nalder Bros. et Thompson ont réalisé des séries de transformateurs utilisables pour des circuits ayant des tensions de 10 000 volts et des courants pouvant atteindre 5000 ampères. Ils sont de deux types, un grand type employable avec wattmètres, ampèremètres à induction, relais, etc., et un petit type pour être employé seulement avec les ampèremètres à fer doux ou les ampèremètres-dynamomètres. Les transformateurs de tension sont de deux types, ouvert à l'air et refroidi par de l'huile, utilisables pour voltmètres, wattmètres, etc., et construits pour des tensions atteignant 20 000 volts. Les secondaires des transformateurs d'intensité sont en généra bobinés pour 5 ampères et les secondaires des transformateurs de tension normalement pour 110 volts.

V. Résistances. Méthodes de mesure. — *Résistance étalon de* 1 *ohm du Dr Drysdale* [1] (*fig.* 21). — Les bobines de ce type sont compensées pour la température par la méthode indiquée par le Dr Drysdale. Le coefficient de température ne dépasse pas un ou deux millionièmes d'ohm. Elles peuvent être employées avec des courants suffisamment intenses sans perte de précision.

Bobines de résistances en manganin hermétiquement enfermées dans l'huile [2] (*fig.* 22). — Le coefficient de

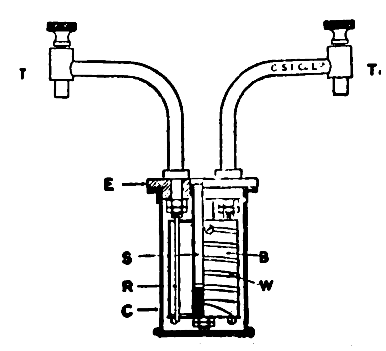


Fig. 22. — Bobines en manganin enfermées dans l'huile, d'après le professeur Rosa.

température de ces bobines est bien moindre que celui du vieux type de bobines en platine-argent. La principale caractéristique de ce type moderne de bobine est

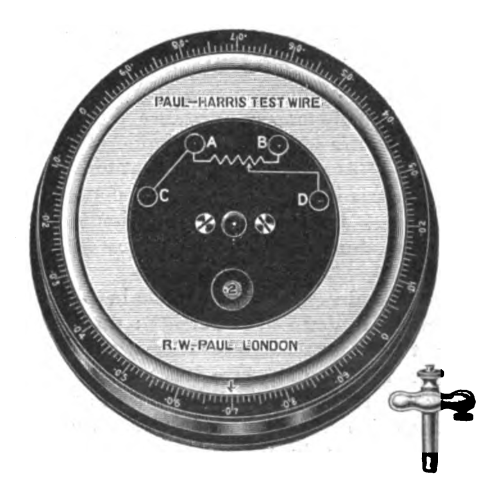


Fig. 23. — Fil d'épreuve de Paul-Harris.

qu'elle est enfermée dans une chambre remplie d'huile, de sorte qu'elle n'est pas exposée à l'atmosphère, selon les indications du professeur Rosa [3]. Par ce moyen les

[1] *British Association Report*, 1907; *Revue électrique*, t. IX, 1908, p. 146; t. XI, 15 juin 1909, p. 431.

[2] *Electrician*, 14 juin 1907.

[3] *Bull. of Bureau of Standards*, t. IV n° 1

variations de résistance dues aux changements d'humidité de l'atmosphère sont évitées. Les bobines sont construites pour les valeurs suivantes : — 1, 10, 100, ou 1000 ohms. Elles ont un enroulement non inductif.

Fil d'épreuve de Paul-Harris (*fig.* 23). — Cet instrument fonctionne comme : 1° pont d'un mètre; 2° diviseur de tension; 3° pont de localisation des défauts; 4° rhéostat.

Un fil de résistance, ordinairement d'un ohm, qui peut supporter 2,5 ampères, est enroulé en spirale autour d'un cylindre de manière à former cinq tours. Un contact glissant actionné par une vis du même pas forme le contact intermédiaire et l'on peut lire jusqu'à $\frac{1}{1000}$ de la longueur du fil.

Avec des résistances additionnelles, on forme un pont complet qui donne directement les résistances de 0,2 à 2 ohms.

L'appareil est muni de bornes coniques détachables. Une caractéristique de l'instrument est que les dimensions ne sont pas accrues en opérant le contact.

Pont à réglage automatique de Callendar et Griffiths (¹). — C'est une modification du pont de Wheatstone pour l'emploi avec des thermomètres à résistance de platine. Quoique le pont soit spécialement construit pour la thermométrie à l'aide de résistances en platine, il est aussi bien adapté aux mesures précises de petites résistances n'excédant pas 25 ohms, par la méthode usuelle du pont, à 0,0001 ohm près.

Les bobines, dans le bras de résistance réglable, sont mises en court-circuit, quand elles ne sont pas en service, par des contacts à mercure brevetés de Collins, qui ont été trouvés bien plus satisfaisants que le dispositif usuel de fiches et de blocs en laiton.

Quelques-unes des plus sérieuses difficultés qui se présentent en pratique dans l'emploi des ponts pour thermomètres à résistances sont dues à la variation de température des bobines de résistance du pont. Dans ce pont, ces difficultés sont presque éliminées. Les bobines sont toutes enroulées avec du manganin et tout le système du pont, y compris les bobines, le fil du pont et le curseur, est immergé dans de l'huile qui circule constamment au moyen d'un agitateur à palettes entraîné par un moteur.

Le mouvement du curseur le long de la barre divisée est commandé par deux mouvements : un mouvement de glissement pour un réglage grossier et un mouvement à levier et à came pour un réglage délicat.

Le pont est à réglage automatique, en ce sens que la valeur comparative des bobines de résistance peut être déterminée au moyen du pont lui-même et leurs erreurs relatives déterminées. La précision du pont pour l'usage thermométrique ne dépend pas seulement de la valeur absolue des bobines de résistance, mais aussi des valeurs comparatives relatives à l'une et à l'autre.

Dispositif pour essais d'isolement « The Ohmer » (*Brevet Cox*) (*fig.* 24). — Il comprend un ohmmètre et un générateur montés dans une même boîte. L'ohmmètre est du type électrostatique et est donc indépendant des champs extérieurs; le système consiste en un certain nombre d'ailettes de mica parallèles et recouvertes d'aluminium, donnant une grande rigidité et une grande légèreté. Celles-ci se meuvent entre une série de palettes fixes ou *inducteurs*, comme dans un voltmètre électrostatique. Un amortissement électromagnétique est prévu, rendant l'instrument apériodique.

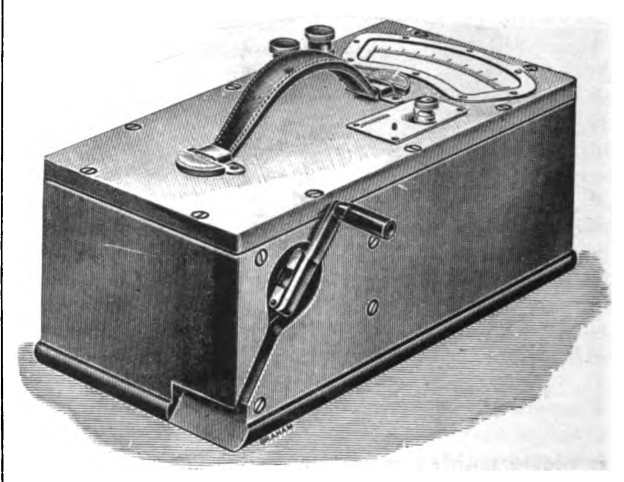


Fig. 24. — « The Ohmer », dispositif pour essais d'isolement.

Le générateur est ramassé et tourne dans des coussinets à billes et est disposé avec un *manchon à roue libre*, de sorte qu'il ne peut pas être arrêté brusquement quand on arrête la manivelle; des balais en charbon sont disposés pour être facilement remplaçables et l'usure du commutateur est inappréciable. On fait tourner les générateurs pour qu'ils donnent deux tensions types, l'une de 500 volts et l'autre de 1000 volts. L'ohmmètre est arrangé pour lire jusqu'à 20, 50 ou 100 mégohms; le dispositif pour 1000 volts est seulement fait avec les deux dernières échelles. Une modification spéciale est réalisée par un dispositif donnant soit 500 ou 1000 volts à volonté, un ajustement à anche vibrante indiquant quel voltage le générateur fournit; le plus haut voltage est obtenu en tournant la manivelle à une très grande vitesse; on obtient par ce moyen les avantages des deux générateurs avec un seul. Le dispositif complet pèse environ 6,5 kg. Une résistance liquide réglable lui est reliée et permet d'étendre l'échelle de l'instrument à 500 ou 1000 mégohms.

VI. Méthodes électriques pour mesurer la température. — *Pyromètres thermo-électriques.* — La partie essentielle de ces pyromètres (Le Chatelier et Boudouard, mesure des températures élevées) consiste en deux fils fins, de différents métaux ou alliages, fondus ensemble à une extrémité et réunis, par leurs autres extrémités, à un galvanomètre ou millivoltmètre, l'extrémité fondue étant placée dans la source de chaleur. Une force électromotrice est développée par la différence de température des deux extrémités du couple, celle-ci étant grossièrement proportionnelle à la différence de température. Les couples les plus satisfaisants sont formés par le platine et le platine rhodié à 10 pour 100 de rhodium pour des tempé-

(¹) *Electrician*, janvier 1908.

ratures allant jusqu'à 1600° C. et par le platine et le platine iridié à 10 pour 100 d'iridium pour des températures ne dépassant pas 1000° C.

Ordinairement, un millivoltmètre à cadre mobile de grande résistance est employé de sorte que l'appareil peut être établi à une distance considérable de la source de chaleur sans qu'on ait besoin de tenir compte de la résistance des fils conducteurs. Les échelles du millivoltmètre sont aussi graduées en degrés de température.

Pyromètres à résistance de platine. — La partie essent[illegible] de ces instruments est un fil fin de platine enroulé sur une charpente en mica. Ce fil de platine est relié par des conducteurs de platine ou de cuivre à l'indicateur de température ou à l'enregistreur et le changement dans la résistance du fil de platine est indiqué électriquement par une modification spéciale du pont de Wheatstone. *Le dispositif de Callendar et Griffiths* [1], de conducteurs compensateurs dans les bras adjacents du pont, sert à éliminer tous les effets dus aux changements de température de ces conducteurs, de sorte que, même quand ils sont de longueur considérable, les lectures obtenues sont seulement déterminées par la température de la bobine de fil de platine. Ainsi, même si l'endroit dont on veut mesurer la température est inaccessible, l'indicateur ou l'enregistreur peut être installé partout où il est plus commode de l'employer. Des thermomètres sont en service à 1 km de l'enregistreur.

Le fil est enfermé dans des tubes de porcelaine, d'acier ou de laiton suivant la température.

Les pyromètres et thermomètres sont applicables à toutes sortes de travaux, par exemple pour les températures des cheminées, de carneaux de chaudières, de points de fusion de métaux, de fours à haute température, de chambres de réfrigération, de bains de galvanisation, etc.

Le thermomètre à résistance Harris [2] à lecture directe, fonctionne sur le principe de l'ohmmètre. Il est indépendant de la puissance de la batterie, et n'exige pas un galvanomètre de compensation comme dans les méthodes du pont. Il est à lecture directe, à échelles de mesure disposées sur le même instrument de — 200° à 0°, 0° à 200°, 200° à 400°, etc., jusqu'à 1200° C.

Une déviation angulaire de 90° se produit par 200 degrés de température avec un thermomètre à platine à intervalle fondamental de 1 ohm, c'est-à-dire que la résistance subit une variation de 1 ohm entre 0 et 100°. On peut contrôler l'exactitude en plongeant le thermomètre dans de la glace et de la vapeur. Au National Physical Laboratory on a trouvé que l'erreur, jusqu'à 1200°, ne dépasse pas 1 pour 1000. L'instrument peut être gradué en degrés *platine* pour emploi avec un thermomètre à platine quelconque.

Enregistreur électrique de Callendar [3]. — Comme l'indicateur de température de Whipple, décrit plus loin, cet instrument est aussi une forme spéciale de pont de Wheatstone et est employé surtout avec les pyromètres à résistance de platine ou les thermomètres. Le galvanomètre du *pont* porte une baguette, et quand celle-ci dévie elle produit l'un ou l'autre des deux contacts d'un relais qui, à son tour, actionne des électro-aimants. Ces électro-aimants dégagent un mécanisme d'horlogerie qui entraîne alors un contact glissant sur le fil divisé du pont, en arrière ou en avant, suivant la direction dans laquelle la baguette du galvanomètre a été déviée. Le pont maintient ainsi automatiquement le galvanomètre dans la position d'équilibre. Le contact glissant porte une plume qui se meut sur une feuille de papier portée par un tambour qui fait un tour en 25 heures. Les papiers peuvent être calibrés pour permettre de lire directement la température en degrés. L'instrument a des usages variés et en ajustant les résistances l'échelle de température peut être graduée dans des limites très différentes. Le papier étalon pour hauts fourneaux est calibré pour une étendue de 400° à 1000° C., tandis que pour l'emploi comme thermomètre clinique enregistreur on utilise l'instrument avec une étendue de 10° pour toute l'échelle.

Indicateur de température de Whipple (*fig.* 25) [1]. — Cet instrument est une forme spéciale de pont de Wheatstone construit pour être employé avec les pyromètres à résistance électrique. Deux petites piles sèches, qui sont placées dans l'instrument, sont suffisantes pour l'actionner. Pour faire une mesure avec cet indicateur, une manette qui commande un contact glissant est tournée jusqu'à ce qu'un indicateur montre que *l'équilibre* est obtenu. La température du pyromètre peut être lue directement sur l'échelle. Une des principales nouveautés de l'instrument est la disposition de l'échelle en spirale sur un tambour, permettant de faire des lectures depuis 1° jusqu'à 1200° C., et de pouvoir suivre et mesurer des températures variant rapidement. Plusieurs pyromètres peuvent être lus dans une station centrale au moyen d'un seul indicateur placé sur le tableau de distribution. Il n'y a à appliquer aucune correction.

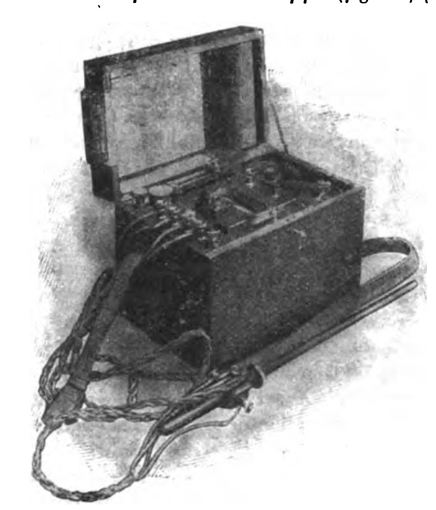


Fig. 25. — Indicateur de température de Whipple.

(1) WAIDNER et BURGESS, *Bulletin of Bureau of Standards*, t. VI, n° 2. — HARKER et CHAPPUIS, *Phil. Trans.*, t. CXCIV.

(2) *Electrician*, décembre 1908.

(3) *Engineering*, t. LXVII, p. 675-1899; *Phil. Mag.*, 1910.

(1) *Phys. Soc. of London*, t. XVIII, 1902, p. 235.



Téléthermomètre de Nalder Bros. et Thompson (*fig.* 26). — C'est un appareil pour indiquer exactement la température dans une *chambre frigorifique* ou en quelque endroit dont l'accès est difficile, comme des réservoirs de liquide, etc. Il est essentiellement composé de deux parties : un instrument indicateur et une bobine de fil montée dans un tube métallique fermé qui est installé dans la chambre ou le vase dont on désire connaître la température.

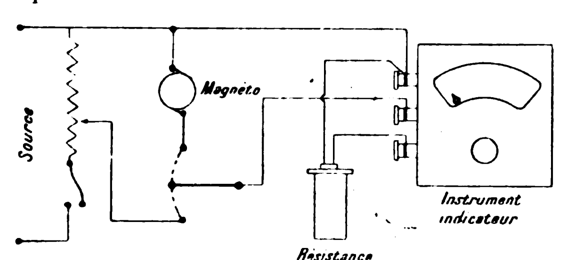


Fig. 26. — Schéma montrant le montage du téléthermomètre.

L'appareil est construit sur le principe du *pont de Wheatstone*. Trois résistances du pont sont fixées dans la boîte de l'instrument indicateur et la quatrième est dans le tube scellé et constitue le thermomètre. L'indicateur consiste en un ohmmètre à bobine mobile, avec deux bobines montées à angles droits sur un axe; ces deux bobines sont reliées aux sommets opposés du *pont*, une bobine constituant la *bobine directrice* et une la *bobine déviatrice*. L'instrument est très rapide à mettre en action et apériodique. Les quatre bras du pont ont environ 800 ohms de résistance; les trois bras dans la caisse de l'instrument sont bobinés avec du fil *eurêka* ou du constantan ayant pratiquement un coefficient de température nul, et le quatrième bras ou thermomètre est bobiné avec du nickel ou du cuivre. L'échelle est graduée en degrés centigrades ou Fahrenheit et, pour l'emploi dans les chambres frigorifiques, elle s'étend d'environ 10° Fahr. (— 15° C.) à 100° Fahr. (40° C.); ces limites cependant peuvent être considérablement modifiées. Un courant continu sous 30 volts environ est nécessaire pour actionner l'appareil, ce qui peut être obtenu soit à l'aide d'un petit générateur mû à la main, soit à l'aide du réseau public par l'emploi d'une résistance.

Pyromètres à radiation de Féry ([1]). — La radiation qui émane d'un corps chaud, ou qui passe à travers un regard dans la paroi du four, tombe sur un miroir concave et est ainsi concentrée au foyer. En ce foyer est un couple thermo-électrique, dont la température est accrue par la radiation qui tombe sur lui; plus chaud est le four, plus grand est l'accroissement de température du couple.

La disposition des instruments est telle qu'ils ne sont pas influencés, dans de larges limites, par la dimension du corps chaud ou du regard, ou par la distance qui les sépare du corps chaud ou du four.

L'instrument indicateur est un millivoltmètre portatif comme celui employé pour les pyromètres thermo-électriques précédemment décrits. Pour faire un enregistrement continu, on emploie un *enregistreur à fil*.

On peut dire qu'on a déterminé par le pyromètre Féry la température du soleil (5100° absolus, en négligeant l'absorption atmosphérique) et la température de l'arc électrique (3600° absolus). L'instrument a donc une valeur spéciale pour prendre des températures telles que celles d'aciers moulés, de cornues à gaz, de fours de verreries, de fours à briques et de fours électriques, et pour prendre la température du métal dans un creuset au moment de la coulée, assurant ainsi des températures de coulage correctes, point qu'on sait être maintenant d'importance spéciale dans le cas de moulages d'aciers.

Pyromètre à spirale de Féry ([1]). — Cet instrument, comme celui qui vient d'être décrit, mesure la température en concentrant la chaleur radiante en un foyer. Seulement, au lieu de chauffer un couple thermo, une petite spirale est chauffée, qui se déroule à mesure que sa température croît, faisant en conséquence dévier une aiguille sur une échelle.

VII. Étalons divers. — *Étalon magnétique de Duddell.* — L'objet principal de cet étalon est le calibrage des galvanomètres balistiques dans des conditions identiques à celles de leur emploi, ce qui évite ainsi l'application de corrections pour l'amortissement, etc.

L'instrument comprend deux bobines fixes à travers lesquelles passe un courant continu constant, et dans le centre de chacune desquelles est placée une petite bobine mobile. Ces deux bobines mobiles sont réunies en série avec le galvanomètre qu'on désire étalonner. Les bobines mobiles peuvent tourner brusquement d'un angle de 180°, coupant ainsi le champ magnétique produit par le courant dans les bobines fixes et provoquant une déviation dans le galvanomètre. Les bobines sont montées astatiquement pour éliminer les effets des champs vagabonds. Le courant dans les bobines fixes reste constant pendant une expérience, de sorte que les troubles dans la résistance des contacts des commutateurs sont éliminés. Un accumulateur est suffisant pour fournir l'énergie aux bobines de champ, dont la résistance est 0,075 ohm.

Étalon d'inductance mutuelle variable de Campbell ([2]). — Cet instrument permet la lecture directe d'inductances de 0,0002 à 11 millihenrys.

La manette et l'aiguille permettent de lire de — 2 à + 102 microhenrys, et il y a 10 bobines additionnelles de 100 microhenrys.

Au moyen d'un dispositif multiplicateur additionnel ces valeurs sont accrues 10 fois. L'échelle a des divisions plus écartées pour les valeurs plus basses, ce qui diminue l'erreur procentuelle. Les inductances mutuelles sont préférées aux self-inductances pour des mesures de petites grandeurs, parce qu'on peut calculer leur valeur plus facilement.

(*A suivre.*) Ch. Chéneveau.

---

(1) Waidner and Burgess, *Optical Pyrometry* (*Bull. of Bureau of Standards*, t. I, n° 2); *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 997; *Ann. Ch. Phys.*, t. XXVIII, 1903, p. 428; *J. de Phys.*, t. VIII, 1904, p. 701. — Voir *Revue électrique*, t. V, 1906, p. 33.

(1) *Engineering Review*, juillet 1909; *Electrical Times*, 30 juillet 1909. — Voir *Revue électrique*, t. XI, 1909, p. 424.

(2) *Phil. Mag.*, janv. 1908; *Electrician*, février 1908.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Note sur les conséquences de l'article 128 de la loi de finances du 8 avril 1910, concernant le classement et le déclassement des rivières [1].

On s'inquiète depuis quelque temps, dans le monde des propriétaires d'usines hydrauliques, de l'influence que pourrait avoir un certain article 128 de la loi de finances du 8 avril 1910 en ce qui concerne le classement et le déclassement des rivières.

On sait qu'une loi du 8 avril 1898 a formellement attribué aux riverains la propriété du lit des rivières ou cours d'eau non navigables ni flottables, lesdits riverains étant propriétaires de la moitié du lit du côté de la rive qu'ils occupent et jouissant gratuitement de l'eau qu'ils doivent seulement restituer, et du droit de pêche.

En ce qui concerne ces rivières ou cours d'eau non navigables ni flottables, il suffit en principe d'une autorisation accordée par le Préfet conformément aux règles édictées dans le Chapitre II de la loi du 8 avril 1898, pour qu'une entreprise quelconque, de production d'énergie électrique par exemple, puisse utiliser, au moyen de barrages ou d'ouvrages quelconques, la force motrice hydraulique pour le fonctionnement de son usine.

Pour l'établissement d'une usine hydraulique sur une rivière navigable ou flottable, il en est tout autrement : ces rivières sont considérées comme faisant partie du domaine public de l'Etat et une concession ou autorisation de l'Etat est nécessaire, concession accordée généralement par décret rendu après enquête sur l'avis du Conseil d'Etat, moyennant le payement d'une redevance.

On comprend facilement que les usiniers préfèrent le plus souvent être placés sous le régime des rivières non navigables ni flottables, plutôt que sous celui de la concession donnée par l'Etat, applicable dans le cas d'établissement sur une rivière navigable ou flottable.

Or, il existe en France un certain nombre de rivières ou de partie de rivières qui, bien qu'étant classées originairement comme rivières navigables ou flottables, ne sont plus actuellement ni navigables ni flottables, du moins en fait; nous voulons dire que le flottage a cessé d'y être pratiqué depuis un nombre d'années plus ou moins grand. De ce déclassement de fait, il paraît être résulté que, dans certains cas, des usines se sont établies sur ces rivières au moyen de simples autorisations préfectorales, comme s'il s'agissait de cours d'eau non classés. D'autre part, l'Administration songerait, dit-on, à soustraire un certain nombre de cours d'eau du domaine public à la navigation et au flottage, pour les utiliser industriellement en accordant des concessions pour l'établissement de barrages ou de travaux quelconques rendant la navigation ou le flottage impossibles.

Précisément, à l'égard des cours d'eau originairement classés dans le domaine public, mais se trouvant déclassés ou devant être déclassés en fait, le Conseil d'Etat, consulté sur un projet de décret tendant à l'autorisation d'un établissement de prise d'eau dans la rivière de la Neste (Hautes-Pyrénées), paraissait avoir adopté récemment une jurisprudence qui, si elle avait été suivie par l'Administration supérieure, aurait permis de poursuivre le déclassement par simple décret rendu en Conseil d'Etat, et même d'appliquer, sans attendre ce déclassement, le régime de droit résultant de la situation de fait, c'est-à-dire d'accorder des autorisations de prises d'eau conformément aux règles édictées dans le Chapitre II de la loi du 8 avril 1898, comme s'il s'agissait de rivières non navigables ni flottables. Voici d'ailleurs le texte de cet avis :

« Considérant qu'il résulte de l'ensemble des renseignements produits au dossier, que le flottage a cessé d'être pratiqué sur la Neste depuis 40 années environ, et qu'on fait cette rivière n'est actuellement plus flottable; qu'à la vérité elle figure encore dans le tableau des rivières flottables annexé à l'ordonnance du 10 juillet 1835; mais qu'il est de doctrine et de jurisprudence que ce classement ne saurait modifier sa situation au point de vue de la domanialité, ni lui conférer un caractère juridique qui ne répondrait pas à l'état de fait; que, dès lors, la rivière la Neste doit être soumise au régime des cours d'eau non navigables ni flottables, et que les prises d'eau à y pratiquer ne sauraient plus désormais être autorisées par décret rendu au Conseil d'Etat; — Considérant que, si pour éviter les difficultés auxquelles pourrait donner lieu le maintien de la rivière la Neste sur le tableau précité, il convient de poursuivre le déclassement de cette rivière par décret rendu en Conseil d'Etat, l'ouverture de cette instruction ne fait pas obstacle à ce que, dès maintenant, le régime de droit résultant de la situation de fait reçoive son application, et que, notamment, les autorisations de prises d'eau soient accordées conformément aux règles édictées dans le Chapitre II de la loi du 8 avril 1898; — Est d'avis : Qu'il y a lieu de répondre au Ministère de l'Agriculture dans le sens des observations qui précèdent. » (Extrait du *Journal de l'Enregistrement*, 1908, art. 27553, p. 570.)

***

Le Gouvernement a certainement vu un danger pour la conservation de ses prérogatives domaniales dans cet avis du Conseil d'Etat, et c'est à cette circonstance, sans aucun doute, qu'il faut attribuer l'insertion, dans la loi de finances de 1910, de ce fameux article 128, qui cause en ce moment une émotion si vive chez les usiniers possédant une force hydraulique.

Cet article 128 est ainsi conçu :

» ART. 128. — L'article 67 de la loi du 26 décembre 1902 est complété ainsi qu'il suit :

» Les cours d'eau visés dans le présent article sont :

» 1° Ceux qui figurent au tableau annexé à l'ordonnance du 10 juillet 1835, en tenant compte des modifications apportées à ce tableau par les décrets postérieurs de classement et de déclassement;

» 2° Ceux qui sont entrés dans le domaine public à la suite de l'exécution de travaux déclarés d'utilité publique ou d'actes de rachat.

» Les cours d'eau, portions de cours d'eau, canaux ainsi définis ne pourront être distraits du domaine public qu'en vertu d'une loi.

» Toutes actions en reconnaissance de droits acquis sur les cours d'eau compris au paragraphe 1er ci-dessus, devront, à peine de forclusion, être introduites dans le délai d'un an à partir de la promulgation de la présente loi.

» Cette disposition ne s'applique pas aux usines ayant une existence légale. »

Pour bien comprendre le sens de cet article, il faut se reporter à l'article 67 de la loi de finances du 26 décembre 1908, lequel est ainsi conçu :

« ART. 67. — Toute demande de concession d'eau sur les *cours*

---

[1]) Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité ont reçu, annexée à la circulaire n° 99 reproduisant cette Note, la nomenclature dressée en 1906 des cours d'eau visés par le paragraphe 1 de l'article 128 de la loi du 10 avril 1910.

d'eau du domaine fluvial public comportant pour les transporter en tout ou en partie hors des limites des départements riverains du cours d'eau, soit l'adduction d'un volume d'eau supérieur à 2 m³ : s, soit l'utilisation d'une force hydraulique de 500 chevaux au moins, ne peut être autorisée qu'après avis, soit des Conseils généraux des départements où la prise est faite ou situés immédiatement en aval, soit de leurs commissions départementales, à qui délégation spéciale pourra être conférée à cet effet.

» Les conseils généraux devront donner leur avis dans le délai maximum de six mois à compter du jour où ils auront été consultés. »

En somme, de la comparaison de ces deux articles, il résulte que l'article 128 de la loi de finances 1910 a pour but d'indiquer quels sont les cours d'eau qui font partie du domaine public fluvial soumis par conséquent au régime des demandes de concession et auxquels les prescriptions de l'article 67 de la loi du 26 décembre 1908 se trouvaient dès lors applicables. En outre, ce même article 128 ajoute que lesdits cours d'eau, c'est-à-dire : 1° les cours d'eau figurant au tableau des cours d'eau classés dans le domaine fluvial public, comme rivières navigables et flottables; 2° ceux qui sont entrés dans le domaine public, à la suite de travaux déclarés d'utilité publique ou d'actes de rachat, *ne pourront être distraits du domaine public qu'en vertu d'une loi.*

Par conséquent, plus de déclassement possible par simple décret et, encore moins, de déclassement de fait dans les conditions prévues par l'avis du Conseil d'État que nous avons relaté plus haut. D'où il suit que les usiniers qui, à raison de la circonstance que le flottage n'était plus en pratique sur la rivière leur fournissant la force hydraulique, pouvaient espérer le déclassement de la rivière en question par simple décret au Conseil d'État, ou même prétendre obtenir un déclassement de fait, se trouveront, à partir de l'expiration du délai d'un an prévu par ledit article 128, définitivement placés sous le régime applicable aux cours d'eau du domaine public de l'État.

Il en sera ainsi, du moins, s'ils n'ont pas introduit une action en reconnaissance de droits acquis sur les cours d'eau visés par l'article 128, avant l'expiration dudit délai d'un an, c'est-à-dire avant le 10 avril 1911. En effet, aux termes de l'article 128 toute action en reconnaissance de droits acquis devra être introduite avant cette date *à peine de forclusion.*

***

Telles sont, envisagées dans leurs conséquences, les dispositions insérées dans la loi de finances 1910 sous la forme de l'article 128. Nous reconnaissons volontiers que cet article, tel qu'il est rédigé, ne paraîtra pas signifier grand'chose par lui-même et nous comprenons que, noyé dans la foule des articles de la loi de finances, il ait pu passer à peu près inaperçu des propriétaires d'usines hydrauliques eux-mêmes. Cependant il ne saurait constituer une surprise pour ceux qui ont suivi avec quelque attention les travaux préparatoires du projet de loi, non encore abouti, sur les usines hydrauliques. En effet, l'article 128 de la loi du 8 avril 1910 n'est pas autre chose que le texte de l'article 14 du projet du Gouvernement, qui en a été détaché pour être inséré dans la loi de finances de 1910.

Bien mieux, il résulte du rapport de M. Savary, sénateur, sur ce projet de loi, que l'insertion des dispositions dudit article 14 dans la loi de finances de 1910, avait été prévue par le Gouvernement et acceptée par la Commission elle-même.

Voici d'ailleurs un extrait du rapport de M. Savary, qui ne saurait laisser aucun doute à cet égard :

« L'article 14 détermine la sphère d'application de la loi.

» En dehors des canaux de navigation construits ou concédés par l'État, les cours d'eau du domaine public sont les fleuves et rivières navigables ou flottables classés par l'article 538 du Code civil et dont la nomenclature a été donnée par l'ordonnance du 10 juillet 1835, rendue en vue de l'application de la loi du 15 avril 1829 sur la pêche fluviale, et modifiée par des décrets postérieurs de classement ou de déclassement. En outre, le domaine public s'est accru, à diverses époques, de cours d'eau et de canaux construits ou rachetés, au sujet desquels aucun acte rectificatif n'a été fait à l'ordonnance de 1835.

» Les trois premiers paragraphes de l'article sont conformes aux décisions de la doctrine et de la jurisprudence. L'auteur du projet a cru néanmoins qu'il était bon de trancher par la loi la question qui en fait l'objet, pour mettre fin à toute controverse.

» Notre texte ajoute que les cours d'eau, portions de cours d'eau et canaux ainsi définis ne pourront être distraits du domaine public qu'en vertu d'une loi.

» D'autre part, le domaine public ne peut se déclasser par le non-usage, ce n'est que lorsque l'immeuble domanial devient impropre à sa destination, incapable de servir à l'usage qu'il comporte, que les privilèges de la domanialité cessent et qu'il devient susceptible de prescription. C'est uniquement pour ménager la situation des riverains qui auraient pu de bonne foi exercer sur quelques rivières dont la navigabilité aurait cessé depuis 1835, les droits que la loi reconnaît aux riverains des cours d'eau non navigables ou non flottables, que par une disposition transitoire le dernier paragraphe de l'article leur donne un délai d'un an, à partir de la promulgation de la loi, pour exercer toutes actions en reconnaissance de droits acquis sur les cours d'eau compris au 1° de l'article.

» Le Gouvernement a demandé à la Commission si elle voyait quelque inconvénient à ce que l'article 14 fût détaché du projet soumis à votre examen et formât une disposition de la loi de finances de 1910, ayant pour but la détermination des cours d'eau du domaine fluvial public, visés notamment par l'article 67 de la loi de finances du 26 décembre 1908. Ainsi cesserait plus rapidement toute difficulté dans l'application de ce texte.

» L'article 14 ne faisant pas nécessairement corps avec le reste du projet de loi et ne donnant lieu à aucune discussion au sein de votre Commission, celle-ci a répondu à M. le Ministre des Travaux publics qu'elle ne voyait, pour sa part, aucun inconvénient à détacher l'article 14 du projet. »

***

Tels sont les renseignements que nous avons cru intéressant de faire connaître, sur la portée et l'origine des dispositions de l'article 128 de la loi de finances de 1910, à un moment où l'on s'inquiète de l'expiration très prochaine du délai d'un an imparti par cet article 128, pour permettre aux intéressés d'introduire des actions en reconnaissance de droits acquis.

Nous n'entrerons pas évidemment dans l'examen des moyens que pourraient faire valoir les usiniers intéressés pour invoquer des droits acquis, soit par suite d'un déclassement de fait, soit pour toute autre cause. Qu'il nous suffise de dire que ces droits acquis peuvent résulter, soit de la prescription, soit d'une concession remontant à l'époque où la rivière était en fait navigable ou flottable, soit d'une autorisation donnée depuis la cessation en fait de la navigabilité et conformément aux règles édictées dans le Chapitre II de la loi du 8 avril 1898, soit enfin peut-être d'autorisations tacites.

L'important est de signaler le très court délai qui reste encore à la disposition des intéressés pour faire valoir leurs droits au moyen d'une action en reconnaissance de droits acquis sur les cours d'eau ou portions de cours d'eau tombant sous l'application de l'article 128.

A l'indication de la date du 10 avril prochain comme étant celle de l'expiration dudit délai, nous devons en joindre une autre, en ce qui concerne le moyen d'éviter la forclusion. Ce moyen se trouve fourni par l'article 15 du Titre III de la loi du 28 octobre-5 novembre 1790 : il consiste à remettre et à faire enregistrer au secrétariat de la préfecture le mémoire préalable à l'introduction de l'action à intenter contre l'État. Ce mémoire préalable est, en effet, de rigueur pour toute action en justice à intenter contre l'État par qui que ce soit : il doit contenir l'exposé des griefs des demandeurs à l'effet de prévenir s'il est possible le procès qui doit s'engager, et doit être présenté avant l'assignation, comme s'il s'agissait d'une sorte de préliminaire de conciliation. Si le préfet ne



répond pas dans le mois de la présentation de ce mémoire, la partie adverse, c'est-à-dire le demandeur en reconnaissance de droits acquis, pourra saisir directement le tribunal compétent. Mais ce qu'il faut bien remarquer surtout aujourd'hui, c'est que la prescription se trouvera interrompue, nous voulons dire la forclusion évitée, du fait même de la remise du mémoire et de son enregistrement au secrétariat de la préfecture avant l'expiration du délai d'un an, c'est-à-dire avant le 10 avril prochain.

Le mémoire sera adressé au préfet du département en sa qualité de représentant du domaine de l'Etat, et c'est également contre lui que devra être poursuivie l'action en reconnaissance devant le tribunal civil compétent.

CHARLES SIREY,
Avocat à la Cour de Paris.

Circulaire du Ministre de la Marine concernant l'approbation et la publication dans le Recueil des conditions particulières des marchés de conditions particulières relatives à certaines fournitures.

Le Ministre de la Marine,

à MM. les vice-amiraux commandant en chef, préfets maritimes, vice-amiraux commandant en chef la 1re et 2e escadre, contre-amiral commandant la division navale de la Tunisie, capitaine de vaisseau commandant la division navale de l'Indo-Chine et de la marine en Indo-Chine, directeurs des établissements de la marine hors des ports, directeur du service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie, président de la Commission centrale des machines et du grand outillage.

2 mars 1911.

Sont approuvées à la date du 2 mars 1911 et publiées dans le Recueil des conditions particulières des marchés les conditions particulières relatives aux fournitures ci-après :

Désignation de la fourniture : appareils électriques de bord.
N° du fascicule, 5044-23.
Prix du fascicule, 1 fr.

DE LAPEYRÈRE.

(*Journal officiel* du 3 mars 1911.)

Décret du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale portant nomination du Directeur des retraites ouvrières et paysannes au Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale.

Le Président de la République française,

Vu la loi du 5 avril 1910, relative aux retraites ouvrières et paysannes;

Vu la loi du 27 février 1911, portant ouverture au Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale de crédits additionnels aux crédits provisoires de l'exercice 1911;

Vu le décret du 16 juillet 1910, portant création d'un Office national des retraites ouvrières et paysannes;

Sur le rapport du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Est abrogé le décret du 16 juillet 1910, portant création d'un Office national des retraites ouvrières et paysannes.

ART. 2. — M. Brice (Hubert), directeur de l'Office national des retraites ouvrières et paysannes, est nommé directeur des retraites ouvrières et paysannes au Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale.

ART. 3. — Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 1er mars 1911.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :
Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
L. LAFFERRE.

(*Journal officiel* du 4 mars 1911.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité du 6 février 1911.

Présents : MM. Frénoy, président; Fontaine, secrétaire général; Cochegrus, de Clarens, Doucerain, Hussenot, Sirey.

Les espèces suivantes sont communiquées au Comité :

CONSEIL D'ÉTAT. — 30 décembre 1910 : de Balincourt. Cours d'eau, canal, moulin, faucardement, usage ancien, propriétaires, pouvoirs du Préfet (*Loi*, 14 janvier 1911).

TRIBUNAL CIVIL. — Rochefort, 8 novembre 1910 : Veuve Vrignaud contre Ville de Rochefort. Commune, règlement de police, inobservation, faute, matériaux non éclairés, responsabilité, imprudence de la victime, atténuation (*Loi*, 27 janvier 1911).

TRIBUNAL CORRECTIONNEL. — Seine, 4 novembre 1910 : Diffamation, assemblée générale d'actionnaires, critique par un actionnaire, usage d'un droit, absence de mauvaise foi, relaxe (*Loi*, 15 janvier 1911).

LOUAGE DE SERVICES. — Cour d'appel d'Aix, 21 décembre 1910 : Chambre syndicale des Artistes musiciens de Nice. Louage de services, congédiement, motifs, participation à un Syndicat, affirmation de non-affiliation, droit du patron, action du Syndicat, non-recevabilité (*Loi*, 1er février 1911).

INTERPRÉTATION DE TRAITÉ D'ÉLECTRICITÉ. — Un membre adhérent demande si le Conseil municipal peut l'obliger à éclairer un bourg de la commune distant de 5 km et sans importance.

Le Comité consultatif, après avoir pris connaissance du traité, donne l'avis ci-après :

Le traité doit être considéré comme ne visant que l'agglomération, attendu qu'il ne spécifie pas la distribution dans tout le territoire de la commune; par conséquent, les consultants ne sont pas tenus d'éclairer le bourg en question (*voir* arrêt du Conseil d'Etat du 26 juillet 1907, commune de Saint-Bonnet).

Le Comité consultatif conseille donc de résister parce que le traité n'est pas suffisamment précis pour permettre à la commune d'exiger l'éclairage du bourg. Toutefois le Comité fait remarquer que, si une autre Société se présentait pour éclairer cette partie du territoire de la Commune, les consultants n'auraient rien à réclamer, parce qu'en refusant de l'éclairer eux-mêmes ils perdent leur privilège relativement à ce hameau.

Le concessionnaire de l'éclairage électrique d'une ville de l'Ouest demande s'il peut acheter le courant nécessaire à l'alimentation du réseau et remplacer le matériel, qui lui a été loué par la ville pour la durée de sa concession.

Le Comité consultatif, après examen du bail et du cahier des charges, répond qu'il s'agit d'un bail proprement dit, avec faculté de modification des lieux et des appareils dans l'intérêt du service, mais non à l'effet de substituer à la production directe de l'énergie un contrat d'achat de courant. La ville doit trouver, en cas de déchéance ou à la fin de la concession (art. 7 du bail), le matériel en bon état. L'article 15 du cahier des charges n'est relatif qu'à l'installation de nouveaux appareils produisant une meilleure lumière et il confère un droit à la ville, et impose une obligation au concessionnaire; donc celui-ci ne peut s'en prévaloir pour acheter le courant au lieu de le produire.

Un membre du Syndicat demande si, d'après les termes de son

traité disant « qu'il s'engage à faire bénéficier la ville de toute amélioration apportée dans les moyens d'éclairage électrique suivant les progrès de la science », la ville peut l'obliger à employer des lampes métalliques, ledit traité prévoyant le payement de l'éclairage public par lampe de 16 bougies, au prix de 30 fr par an.

Le Comité consultatif, après délibération, exprime le désir que le consultant précise ce que la ville désire exactement : demande-t-elle simplement la substitution des lampes métalliques en payant toujours le même prix pour 16 bougies, ou bien la substitution de lampes métalliques avec l'avantage d'une réduction de prix ? Si la ville demande la substitution des lampes métalliques sans diminution de prix, le mot « amélioration » reprend son importance. Si elle prétend profiter de l'économie de consommation des lampes métalliques, c'est le contrat tout entier qui se trouve bouleversé, et il devient difficile de faire sortir cette conséquence de la seule clause précitée qui ne vise pas l'économie.

Difficultés avec les communes et les abonnés. — Le Comité consultatif répond comme suit aux diverses questions posées par un adhérent de la région de l'Est :

Le tribunal compétent pour des difficultés entre une ville et son concessionnaire est le Conseil de Préfecture. La requête doit être déposée sur timbre et en copie.

En ce qui concerne les différends entre le concessionnaire et les abonnés, c'est le juge de paix qui est compétent, sans appel jusqu'à 300 fr et avec appel jusqu'à 600 fr et ensuite le tribunal civil en dernier ressort jusqu'à 1500 fr et ensuite avec appel au delà.

Les abonnés à forfait à tant la lampe de x bougies n'ont pas le droit de mettre des lampes Z d'un pouvoir éclairant double ou triple.

Frais de contrôle. — Un membre adhérent demande si les frais de contrôle sont dus pour sa concession qui est antérieure à 1906.

Le Comité consultatif répond qu'en vertu de l'article 26 de la loi du 15 juin 1906 les concessions sont maintenues dans leur forme et teneur, et par suite le consultant n'est pas tenu de payer les frais de contrôle.

Le même adhérent demande si ce n'est pas la commune qui devrait payer les frais de contrôle, étant donné qu'il n'est que bénéficiaire des autorisations qui ont été données à la commune.

Le Comité consultatif répond que ces frais sont à la charge de l'exploitant, parce que c'est le contrôle de la construction de l'exploitation et de l'entretien qui appartiennent au concessionnaire.

Une compagnie demande si les lignes de transport autorisées par permission de voirie en vue de desservir un certain nombre de communes et les réseaux de distribution concédés établis dans ces communes ne constituent pas des ouvrages connexes et, par conséquent, si les frais de contrôle ne doivent pas être perçus qu'une fois.

Le Comité consultatif répond que les permissions connexes sont celles qui se rapportent à une même distribution permise sur plusieurs domaines à la fois (Préfet et Maire). Mais il n'y a *pas connexité* s'il n'y a pas *unité de distribution technique*. Entre une *permission de transport* et des *concessions de distribution*, il y a *unité d'entreprise*, mais non *connexité* entre *les actes nécessaires pour la mettre en œuvre*. Ce n'est pas une *même distribution*, mais ce sont des *emplois divers du même courant*.

Le Comité consultatif estime, par suite, que le contrôle peut soutenir que chaque concession ou permission donne lieu à la perception de frais de contrôle.

Un adhérent a accepté quatre relevés trimestriels pour les frais de contrôle et demande s'il doit accepter un nouveau relevé global de ses canalisations.

Le Comité consultatif répond que cela n'a pas d'importance; lorsque les frais de contrôle sont dus, un relevé total suffit. Du reste, en l'espèce, la concession étant antérieure à la loi du 15 juin 1906, les frais de contrôle ne sont pas dus.

Redevances pour occupation du domaine. — Le même adhérent indique que l'arrêté préfectoral lui donnant permission de planter des poteaux sur les routes nationales, en date du 29 juin 1900, spécifie des redevances d'occupation du domaine, sauf revision au bout d'un an. Diverses revisions de ces redevances ont eu lieu; la dernière revision ayant eu lieu le 2 janvier 1904 et aucune revision n'ayant eu lieu 5 ans après, c'est-à-dire en 1909, le consultant demande s'il a raison de soutenir : 1° que la prochaine revision ne peut avoir lieu que le 2 janvier 1914; 2° que le délai pour la revision au bout d'un an étant écoulé, l'Administration ne peut plus reviser le tarif fixé par l'arrêté du 29 juin 1900.

Le Comité consultatif répond qu'en général si dans la permission originaire antérieure à la loi de 1906, l'arrêté du 3 août 1878 n'a pas été visé, la revision quinquennale n'est pas obligatoire, car elle ne peut avoir lieu d'office. Mais, en l'espèce, la stipulation de la faculté de revision au bout d'un an conférait à l'Administration le droit de soumettre cette permission à la règle de la revision quinquennale, appliquée par voie d'arrêté général.

Police non conforme au cahier des charges type. — Un membre de la région de l'Est dit que l'Ingénieur du Contrôle demande l'avis du Conseil d'État sur un article de la police qui n'est pas conforme au cahier des charges type.

Le Comité consultatif, après examen de la police en question, indique de se reporter à l'art. 19 du cahier des charges type. Le Conseil d'État dira s'il a ou non à intervenir dans la rédaction de la police. Il n'y a pas de moyen de s'opposer au renvoi à l'intervention du Conseil d'État, qui appréciera s'il y a dérogation au cahier des charges.

Installation de poste de cables de haute tension devant une habitation. — Un adhérent demande si un habitant peut s'opposer, pour raison de sécurité ou raison d'esthétique, à l'installation devant son habitation d'un poste de sectionnement de câbles de haute tension.

Le Comité consultatif répond que l'habitant ne peut pas s'opposer à cette installation, lorsque c'est un travail public, en cas de concession, mais s'il y a un dommage réel, il peut y avoir lieu à indemnité devant le Conseil de Préfecture. Si le poste est établi par un simple permissionnaire le Tribunal civil peut en ordonner l'enlèvement, car ce n'est plus un travail public, mais dans un intérêt privé.

En ce qui concerne la distance minima de l'emplacement de ce poste à la façade de l'habitation, le Comité consultatif indique de se reporter à l'arrêté technique du 21 mars 1910.

Si la Ville exploite en régie l'éclairage électrique, il s'agit d'un dommage causé par l'exécution d'un travail public et par conséquent le particulier ne peut que s'adresser au Conseil de Préfecture pour obtenir, non pas le déplacement du poste, mais des dommages-intérêts, s'il y a véritablement un préjudice causé à la jouissance de l'immeuble ou même, dans certains cas, à sa valeur esthétique.

Dans l'intervalle des séances, les avis sommaires suivants ont été fournis aux adhérents :

Interprétation de traité de gaz. — M. X communique le traité d'une ville pour l'éclairage au gaz et demande : 1° à être fixé sur la valeur du privilège de la Compagnie du Gaz; 2° le moyen de se défendre devant la Justice de paix contre une poursuite en contravention pour l'installation de lignes de distribution de lumière (ces lignes ayant jusqu'ici été tolérées par la Commune et la Compagnie du Gaz sur une partie de la ville); 3° si la Commune est en droit de lui faire enlever son réseau d'éclairage.

Après examen du traité, les réponses suivantes ont été transmises :

1° Le traité d'éclairage au gaz confère au concessionnaire le droit exclusif d'établir des tuyaux de gaz sous les rues, places, etc. de la ville (article 1er). Ce traité ne contient pas de clause prévoyant l'application, dans l'avenir, de la découverte d'un nouveau mode d'éclairage. Il a été passé en 1879.

D'après la jurisprudence du Conseil d'État dans les affaires de Maromme, de Déville, et de Pamiers (arrêts des 22 juin 1900, 10 janvier 1902 et 23 novembre 1906, rapportés dans les circulaires numéros 38, 17 et 82 du Syndicat des usines d'Électricité) la Compagnie du Gaz, bien que n'ayant pas prévu l'application éventuelle d'un nouveau mode d'éclairage n'en aurait pas moins pour l'éclairage électrique un droit de préférence à conditions



égales sur les propositions faites par une entreprise de distribution d'électricité. Et même, d'après un arrêt plus récent, rendu dans l'affaire de Longwy (voir la *Loi* du 20 novembre 1910), elle pourrait revendiquer un privilège absolu pour le service de l'éclairage, sans être obligée d'opter pour l'électricité, si à l'époque où a été passé son traité, ce nouvel éclairage n'était pas encore assez entré dans la pratique, pour que rien dans l'état de la science n'indiquât la possibilité de distribuer, au moyen de conducteurs établis sur le domaine public, l'énergie électrique produite sur un point déterminé pour obtenir la lumière aux divers lieux d'emploi. Or, le traité de Longwy est de 1876 et celui de Pamiers (pour lequel le Conseil d'État a reconnu l'obligation pour la Compagnie du Gaz d'exercer son droit de préférence pour l'électricité) est de 1880. Dans ces conditions il est difficile de dire si la Compagnie du Gaz a un privilège absolu, comme dans le cas de Longwy, ou un simple droit de préférence à conditions égales comme dans le cas des villes de Pamiers et de Déville.

Dans tous les cas, il est certain que la Compagnie du Gaz a le droit de réclamer la préférence sur les propositions d'éclairage électrique de M. X.

Le point de savoir si elle peut s'opposer à la distribution de l'éclairage électrique, sans être obligée d'exercer un droit de préférence, reste seul douteux.

2° Pour se défendre contre la poursuite en contravention devant le tribunal de simple police (juge de paix) M. X. peut invoquer un arrêt de la Cour de Cassation du 3 août 1895 (Chambre criminelle) rapporté dans le Traité des « canalisations d'éclairage électrique » par MM. F. Hérard et Ch. Sirey, page 417, aux termes duquel « une autorisation de voirie, même tacite, ne peut être révoquée que dans l'intérêt de la viabilité et de la conservation du domaine public », d'où il suit que « s'il appert des termes de l'arrêté individuel du 28 mars 1893 et de la sommation à laquelle il se réfère, que le maire (de Villeneuve) n'avait retiré l'autorisation en vertu de laquelle Raoulx-Jay avait exécuté ses travaux, que pour soustraire la ville aux conséquences pécuniaires du procès à elle intenté par la Compagnie du Gaz, cet intérêt, si respectable qu'il fût, n'étant pas de ceux qui permettent de prendre des arrêtés ayant pour sanction des peines de simple police, le maire a usé de ses pouvoirs pour un autre objet que celui à raison duquel ils lui ont été confiés, d'où il suit que son arrêté du 28 mars n'est ni légal ni obligatoire ».

D'après cet arrêt de la Cour suprême, comme il paraît certain que l'autorisation d'installer un réseau d'éclairage a été donnée tacitement depuis plusieurs années à M. X. avec l'approbation également tacite de la Compagnie du gaz, M. X. peut demander à être renvoyé des fins de la poursuite en contravention, le maire n'ayant pu prendre légalement une décision de retrait de l'autorisation tacite, alors qu'il agissait non dans l'intérêt de la voirie mais dans celui de la Compagnie du Gaz et pour se préserver d'un procès éventuel de cette Compagnie contre la ville.

Au surplus si la contravention avait été dressée pour infraction aux réglements de voirie, cette contravention remontant à une époque antérieure à 1906, serait prescrite depuis longtemps.

3° La réponse à cette troisième question se trouvera dans les réponses précédentes. La Compagnie du Gaz, étant considérée comme ayant tout au moins un droit de préférence pour la concession de l'éclairage électrique, pourrait poursuivre la ville en dommages intérêts à raison des installations d'éclairage électrique tolérées au profit de M. X. Si M. X. a un réseau spécial pour l'éclairage, la Compagnie ne pourrait pas le poursuivre en dommages intérêts, pour concurrence illicite, la contravention résultant de son établissement sans autorisation étant prescrite; s'il utilise son réseau de force pour l'éclairage, la Compagnie pourrait le poursuivre pour abus de son autorisation (en ce sens : Cassation, 18 juin 1901, rec. Sirey, 1902, 1.24; et Cassation, 18 avril 1910, Circulaire du Syndicat n° 96).

Autorisation de voirie pour la force motrice. — Un Syndicat pour la force motrice a une permission de voirie pour distribuer la force motrice électrique avec interdiction pour les industriels et les particuliers d'utiliser cette force pour la production de la lumière. En raison de cette interdiction et étant donné que la Municipalité a donné un privilège à une Compagnie du Gaz acétylène pour l'éclairage public et particulier, le Syndicat demande s'il a le droit d'éclairer ses abonnés qui ont la force motrice; si ces abonnés ont le droit chez eux de transformer en lumière une partie du courant et si le Syndicat a le droit d'éclairer éventuellement les particuliers qui lui en feraient la demande.

Après étude des documents communiqués, la réponse suivante a été donnée au Syndicat :

En ce qui concerne le traité intervenu entre la Ville et la Société du Gaz acétylène, la question pourrait se poser de savoir si le privilège exclusif concédé pour l'installation des canalisations et appareils nécessaires à l'éclairage public et particulier interdit à la Ville d'accorder une concession ou une autorisation à une autre entreprise pour un mode d'éclairage différent, tel que l'éclairage électrique. D'après la jurisprudence du Conseil d'État en matière de traité d'éclairage au gaz, cette interdiction pourrait être, soit formelle, soit résultant par interprétation de ce que le traité du gaz contiendrait une clause concernant l'application d'un nouveau mode d'éclairage avec réserve d'un droit de préférence au profit de la Société du Gaz, ou obligation pour celle-ci d'en faire profiter la ville. En l'absence d'une clause de ce genre, la Compagnie du Gaz pourrait tout au moins réclamer la préférence à conditions égales pour l'application de l'éclairage électrique (arrêts du Conseil d'État rendus dans les affaires de Déville, Pamiers).

Mais la question ne se pose même pas, puisque la ville, reconnaissant elle-même, sans doute, le privilège exclusif concédé à la Compagnie concessionnaire du Gaz acétylène, pour le service de l'éclairage public et particulier, sans distinction de mode employé, a pris le soin de mettre comme condition à l'autorisation donnée au Syndicat, pour la distribution de la force motrice, l'interdiction pour ce dernier, non seulement de fournir du courant pour la lumière mais même de tolérer de la part de ses abonnés, l'usage du courant soit pour l'éclairage direct, soit pour la production de la lumière. Bien mieux le permissionnaire est tenu d'interdire cet usage à ses abonnés.

Il est vrai que cette condition est étrangère à l'intérêt de la voirie, mais d'après la jurisprudence du Conseil d'État, les conditions insérées dans un arrêté d'autorisation, en vue de garantir la ville d'un procès avec le concessionnaire du service de l'éclairage, sont obligatoires pour le permissionnaire et, l'autorisation à lui donnée en pareil cas, étant inséparable du but dans lequel elle a été délivrée et des conditions qui y ont été mises, peut être retirée si ledit permissionnaire ne se conforme pas à ces conditions (en ce sens : Conseil d'État, 10 juillet 1896, affaire Colette, recueil Lebon, 96-565).

Nous estimons donc que si le Syndicat fournissait à ses abonnés du courant pour l'éclairage, ou tolérait de leur part, soit l'éclairage direct, soit l'éclairage indirect par la transformation de la force en lumière, il s'exposerait au retrait de son autorisation.

D'autre part il pourrait être poursuivi directement par la Société du Gaz acétylène pour concurrence illicite, à raison de l'abus de l'autorisation qui lui a été donnée (*voir* l'arrêté rendu par la Cour de Cassation, très récemment, dans l'affaire des tramways de Lille).

Pour se préserver, tant vis-à-vis de la commune, que vis-à-vis de la Société du Gaz acétylène, le Syndicat devrait avoir des polices interdisant à ses abonnés l'usage du courant pour l'éclairage soit direct soit indirect.

Il est à noter que la disposition de la loi de 1906 qui prévoit qu'un privilège exclusif, pour l'éclairage électrique privé, ne peut empêcher l'emploi accessoire du courant pour l'éclairage dans les locaux où est utilisée l'électricité pour la force motrice, n'apporte aucune dérogation aux privilèges d'éclairage concédés à des sociétés d'éclairage au gaz, ces sociétés ne tombant pas sous l'application de cette loi. En conséquence ces sociétés peuvent s'opposer à l'utilisation du courant-force à l'éclairage des ateliers.

Difficultés avec les abonnés. — Une Compagnie électrique indique qu'un de ses abonnés l'a assignée en remboursement de

lampes métalliques brisées par suite d'un voltage supérieur à celui qui lui aurait été indiqué, et demande si elle peut être condamnée à ce remboursement. Le même client ayant seulement réglé ses quittances arriérées devant le juge de paix, la Compagnie demande si elle était tenue de lui remettre de suite le courant ou si elle devait attendre la demande du client.

L'avis ci-après a été donné à la Compagnie consultante :

I. En ce qui concerne la question de la mise en service des lampes métalliques achetées par l'abonné en dehors de la Compagnie, il est évident que si elle provient de la différence entre le voltage des lampes et le voltage habituel de la distribution, la Compagnie ne saurait être rendue responsable d'un accident uniquement dû à l'imprudence de l'abonné qui a installé ses lampes métalliques sans s'informer du voltage exact de la distribution. Peu importe que ce voltage soit plus élevé que dans certaines grandes villes, Paris ou Clermont-Ferrand, par exemple. Du moment qu'aucune clause du traité de concession ne lui prescrit un voltage spécial, le concessionnaire choisit son voltage au mieux de ses intérêts et il ne commet aucune faute, dès lors qu'il maintient ce voltage habituellement constant sous réserve des tolérances en plus ou en moins généralement en usage.

Si le concessionnaire venait, par mesure générale, à changer le voltage de la distribution, en l'élevant par exemple, il devrait évidemment en prévenir ses abonnés pour que ceux-ci puissent modifier leurs installations en conséquence. Mais le fait que les autres abonnés n'ont pas eu à se plaindre d'accidents analogues à celui survenu aux lampes litigieuses, suffirait à établir que le voltage n'a pas été modifié. C'est, d'ailleurs, à l'abonné demandeur en remboursement des lampes brisées, à faire la preuve de la faute par lui articulée à la charge de la Compagnie.

Enfin le fait qu'un simple ouvrier, employé au piquetage de la ligne, aurait donné à l'abonné une indication inexacte sur le voltage de la distribution, même s'il était démontré, ne devrait pas être retenu à la charge de la Compagnie. Celle-ci ne pourrait être rendue responsable que d'un renseignement fourni par son représentant accrédité par elle auprès des abonnés.

Tels sont les moyens de défense d'ordre général que la Compagnie nous semble pouvoir invoquer contre la réclamation de l'abonné, sous réserve, bien entendu, des moyens qui pourraient être spécialement tirés des stipulations de la police, qui ne nous a pas été communiquée.

II. Pour apprécier si la Compagnie devait rendre le courant à l'abonné, aussitôt le montant de ses quittances réglé en justice de paix, il aurait fallu se rendre compte si la police prévoyait, en cas de suppression du courant pour non paiement, la simple suspension de la fourniture, ou la résiliation définitive de l'abonnement. Dans le cas de résiliation, une nouvelle demande d'abonnement aurait été nécessaire. Cette résiliation pourrait être considérée comme résultant de la lettre de l'abonné prévenant la Compagnie de ce qu'il renoncerait au courant si le voltage n'était pas changé, corroborée par son refus de payer consécutif. La Compagnie en supprimant le courant n'aurait fait qu'acquiescer à cette résiliation. Pour indiquer si, en supposant la police encore en cours, elle pourrait être rompue, il faudrait en connaître les stipulations.

ACCIDENTS DU TRAVAIL. — M. le Secrétaire général communique au Comité les espèces suivantes :

Cour d'appel. — Douai, 26 octobre 1910, Vve Mercredi contre Mines de Liévin. Accident du travail, lieu du travail, voie ferrée traversée, faute inexcusable, diminution de l'indemnité (*Loi*, 30 janvier 1911). Poitiers, 7 novembre 1910, Compagnie Le Secours contre Péaudeau et Vve Pavageau. Accident du travail, assurance, police, clause de résiliation, avis, délai de quinzaine, caractère non protestatif, encaissement de primes, police non maintenue (*Loi*, 7 janvier 1911).

Tribunal civil. — Le Mans, 29 novembre 1910, Caudemer contre État. Travail, accidents, employé de chemin de fer, salaire de base, calcul, frais de déplacement, réseau de l'État, usages bienveillants (*Loi*, 7 janvier 1911).

SOCIÉTÉS. BILANS.

Compagnie parisienne de l'air comprimé. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 26 octobre 1910, nous extrayons ce qui suit : Les recettes brutes, pour l'électricité, se sont élevées en 1909-1910 à fr 7 086 776,94 contre, en 1908-1909, fr 6 610 571,19, soit une augmentation de fr 476 205,75. Les dépenses totales avaient atteint en 1908-1909 fr 4 137 011,74; elles ne s'élèvent en 1909-1910 qu'à fr 3 534 349; elles sont en diminution de fr 602 662,74.

BILAN AU 30 JUIN 1910.

Actif.

Dépenses de premier établissement	47709946,85
Avances sur travaux et commandes	13983,35
Mobilier	24177,35
Droits sur actions à recouvrer	134767,29
Cautionnements	324721,60
Loyers d'avance	20750
Espèces en caisse et dans les Banques	7772694,70
Actions de la Compagnie parisienne de distribution d'électricité	9120125
Parts bénéficiaires rachetées	4233864,10
Approvisionnements	912060,25
Débiteurs divers	1986936,56
	72260787,46

Passif.

Capital	25000000
Réserve légale	376871,08
Réserve spéciale	82916,90
Réserve pour dividende aux actions	71235,37
Fonds d'amortissement du capital actions	753742,16
Compte spécial d'amortissement du premier établissement	39820318,64
Coupons sur actions restant à payer	1768
Coupons sur parts bénéficiaires restant à payer	18346,05
Avances sur consommation	1398346,15
Loyers d'avance versés à la Compagnie	4250
Fournisseurs	597518,92
Créditeurs divers	1576493,19
Profits et Pertes	2558981
	72260787,46

COMPTE DE PROFITS ET PERTES DE L'EXERCICE 1909-1910.

Débit.

Allocation au Conseil d'administration et aux Commissaires des Compt s	57000
Amortissement du mobilier	6044,35
Abonnement au timbre des actions et parts bénéficiaires	26604,97
Inondation, électricité	71619,99
Inondation, air comprimé	96834,88
Transport du compte spécial d'amortissement du premier établissement	2217961,19
Solde bénéficiaire	2558981
	5035046,38

Crédit.

Produits de l'exploitation :	
Électricité	3552427,94
Air comprimé	847570,17
Intérêts	635048,27
	5035046,38

Errata. — Les mots *A suivre* ont été mis par erreur à l'étude de MM. Payen et Weiss, la publication de cette étude étant terminée. *La Revue électrique* du 10 mars 1911, page 253.



Tome XV. **N° 175. — 14 avril 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

En raison du développement considérable qu'ont pris les installations électriques dans la région de la France comprise entre le Rhône et les Alpes, nombreux sont les lecteurs de ce journal qui connaissent et apprécient les remarquables études effectuées pendant ces dernières années sur les cours d'eau de cette région par le Service des Grandes Forces hydrauliques, de la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles du Ministère de l'Agriculture. Il n'en est pas moins utile, précisément en raison de leur importance et de leur répercussion sur le développement des applications de l'électricité, d'appeler l'attention de l'ensemble de nos lecteurs sur ces études et sur leurs résultats. C'est ce que nous allons faire, aussi brièvement que possible, en nous inspirant d'un Volume qui vient d'être édité par les soins du Ministère de l'Agriculture et qui nous donne les « compte rendu et résultats des études et travaux au 31 décembre 1911 », Volume qui forme le Tome IV des publications du Service des Grandes Forces hydrauliques.

Déjà nous avons dit ici (1) dans quelles conditions avait été créé le Service des Grandes Forces hydrauliques et quelles attributions lui avaient été dévolues. Rappelons que sa création découle d'un vœu du mémorable Congrès de la Houille blanche, organisé en 1902 par les propriétaires de chutes d'eau de la région des Alpes, en vue d'attirer l'attention des industriels sur la richesse hydraulique de cette région et celle des Pouvoirs publics sur la nécessité de modifier et coordonner la législation concernant les cours d'eau. Quant à ses attributions, elles sont des plus étendues, car elles consistent à dresser l'inventaire exact des richesses hydrauliques de la France.

Il était naturel que les premiers travaux du Service des Grandes Forces hydrauliques fussent consacrés à la région des Alpes, berceau des premières applications de la houille blanche à la production de l'électricité. Depuis, les études ont été étendues à la région des Pyrénées. Mais ces dernières n'ont encore donné lieu à aucune publication et nous devons nous borner au résultat de l'**étude des grandes forces hydrauliques de la région des Alpes**.

En raison de l'étendue considérable de cette région (57 000 km²) et des nombreux cours d'eau qu'elle possède, son étude fut tout d'abord confiée à deux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, M. R. de la Brosse et M. R. Tavernier : le premier spécialement chargé de la partie située au nord de la Durance, le second de celle située entre cette rivière et la

(1) Chronique du 30 janvier 1908, t. IX, p. 42. Dans son article *Les meilleures rivières du bassin du Rhône (rive gauche)*, M. H. Bresson a également consacré quelques lignes aux travaux du Service des Forces hydrauliques et publié une carte montrant l'état d'avancement de ces travaux (t. XIII, 15 mars 1910, p. 169).

Méditerranée. Depuis le 1er janvier 1909, M. R. Tavernier ayant été nommé inspecteur général de l'Hydraulique agricole, M. R. de la Brosse dirige l'ensemble des travaux effectués dans toute la région des Alpes, du lac Léman au littoral méditerranéen et de la rive gauche du Rhône à la frontière d'Italie.

Pour arriver à l'évaluation de l'énergie disponible dans un cours d'eau la connaissance de deux facteurs est nécessaire : le *débit* à toute époque de l'année et la *pente* ou *hauteur de chute*. La détermination du premier de ces facteurs s'effectue par des jaugeages; celle du second est subordonnée à la détermination préalable de l'altitude de nombreux points de la région. Bien que délicates les opérations de jaugeage n'offrent pas de trop grandes difficultés d'exécution; comme en outre elles doivent être répétées souvent au même endroit, elles purent être confiées aux agents locaux des Ponts et Chaussées et du Service hydraulique. La détermination de l'altitude présente des difficultés plus sérieuses car, les cartes actuelles étant ou trop incomplètes ou inexactes, elle exige des opérations de nivellement qui ne peuvent être confiées qu'à un personnel spécial, très expérimenté. Aussi, dès 1904, le Ministère de l'Agriculture demandait-il, pour l'exécution des nivellements dans la région des Alpes, le concours du Service du Nivellement général de la France dirigé par M. Ch. Lallemand, inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut.

Commencées en 1904, les opérations de terrain nécessitées par ces nivellements se sont, depuis lors, régulièrement poursuivies chaque année suivant un programme concerté entre les deux administrations [1]. D'après un rapport de M. Lallemand les nivellements des vallées de la région des Alpes s'étendaient sur une longueur de 2603 km au 31 décembre dernier, les profils en long relevés sur le terrain atteignaient une longueur de 1619 km dont 814 km étaient dessinés à cette même époque. Les résultats de ces travaux sont consignés dans 33 grandes planches publiées en annexe du Volume qui vient de paraître. En raison de leur nature nous ne pouvons que les signaler sans y insister.

Les résultats des jaugeages sont consignés dans des Tableaux n'occupant pas moins de 470 pages et sont accompagnés de huit Cartes donnant l'une la situation des usines hydrauliques de la région des Alpes, les autres la topographie au $\frac{1}{50000}$ des bassins de l'Isère et de quelques-uns de ses affluents. Ces jaugeages ont été effectués dans 180 stations dont quelques-unes ont été supprimées après avoir donné les résultats qu'elles pouvaient fournir, mais qui sont pour la plupart encore en service régulier; une trentaine de stations nouvelles sont d'ailleurs actuellement à l'étude et seront organisées au fur et à mesure des besoins et des ressources disponibles. Le nombre total des jaugeages exécutés au 31 décembre dernier atteignait 3116; la moyenne des mesures par station est donc de 17, mais tandis que sur certains points on a fait plus de 40 jaugeages, en d'autres on n'en a fait encore qu'un très petit nombre. Sauf sur une dizaine de points munis de déversoirs, les jaugeages se font partout au moulinet.

Pour un certain nombre de stations, le nombre des mesures est suffisant pour qu'on ait pu déterminer avec assez de rigueur le *débit caractéristique d'étiage* (c'est-à-dire le débit au-dessous duquel le cours d'eau ne descend pas plus de 10 jours par an, consécutifs ou non) et le *débit caractéristique moyen* (celui au-dessous duquel le débit ne descend pas plus de 180 jours par an, consécutifs ou non), et enfin la *moyenne arithmétique des débits correspondant à la cote journalière*, moyenne que M. de la Brosse appelle le *module* du cours d'eau et qu'il convient de ne pas confondre avec le débit caractéristique moyen [1].

Le débit d'étiage nécessairement dépend d'un grand nombre de conditions locales, particulièrement de la superficie des terrains dont le cours d'eau recueille les eaux. Il est donc naturel de considérer le quotient de ce débit par cette superficie. D'une façon générale ce quotient est, dans la région des Alpes, compris entre 4 et 10 l : sec par kilomètre carré de bassin versant. Toutefois on doit s'attendre à le voir sortir de ces limites, soit en moins lorsqu'il s'agit de régions très sèches ou très élevées, soit en plus lorsque le cours d'eau est alimenté par d'importantes réserves glaciaires, par des résurgences ou des réserves lacustres.

Le débit caractéristique moyen n'a pas non plus de relation simple avec le débit caractéristique d'étiage. Pour certain cours d'eau (l'Isère à Moutiers) le rapport du premier au second est de 1,60; pour un autre (la Diosaz à Servoz) il atteint 16. Pour l'ensemble des cours d'eau, sa moyenne est 3.

(1) Ces travaux, toujours difficiles et souvent même dangereux, ont été exécutés sous la direction immédiate de M. E. Prévot, ingénieur des Ponts et Chaussées, adjoint au directeur du Service du Nivellement général, avec le concours de MM. Violon et Alépée, conducteurs; Gay, Morel et Guy, commis des Ponts et Chaussées.

(1) Le débit caractéristique moyen, qui est en somme le débit minimum assuré pendant 180 jours par an, est nécessairement plus petit que la moyenne des débits relevés chaque jour de l'année, puisque dans cette dernière moyenne entrent les débits en temps de crues, lesquels n'entrent pas dans le calcul du débit caractéristique moyen. Par exemple pour l'Arc, à Termignon, on a trouvé 4430 l : sec pour le débit caractéristique moyen et 9180 l : sec pour le module.

La connaissance exacte de ce dernier débit est de la plus haute importance dans l'établissement du projet d'installation d'usine hydroélectrique. C'est en effet le débit moyen qui fixe le minimum de puissance sur lequel on peut compter pendant la moitié de l'année. C'est donc d'après lui qu'on calcule les dimensions des ouvrages et l'ensemble des installations avec, bien entendu, telle marge de sécurité qu'on juge nécessaire. Remarquons que si l'on admet que ce débit est, comme il vient d'être dit, trois fois plus grand que le débit d'étiage, la puissance installée, déduction faite des groupes de réserve, doit être en général trois fois plus grande que la puissance dont on peut disposer à l'étiage. Or c'est à peu près la proportion qu'on trouve réalisée dans les installations hydroélectriques des Alpes.

La connaissance du module a moins d'importance dans les conditions où l'on utilise actuellement les chutes d'eau; elle deviendra prépondérante lorsque, comme on commence d'ailleurs à le faire, on envisagera l'emmagasinement des eaux de crues dans de vastes réservoirs artificiels en vue de recueillir ultérieurement l'énergie potentielle qu'elles représentent. A titre d'exemple de l'intérêt qu'ont les industriels à connaître le module, M. de la Brosse cite le projet de barrage de Serre-Ponçon, sur la Durance, juste après le confluent de cette rivière avec l'Ubaye. D'après les jaugeages faits pendant les cinq années 1900 à 1909, le débit caractéristique d'étiage de la Durance en ce point est de 20 m³ : sec, le débit moyen de 46 m³ : sec et le module de 68 m³ : sec. Avec ce régime l'industrie se trouve donc dans l'alternative, si elle veut utiliser le minimum assuré la moitié du temps, de donner aux ouvrages une capacité de 46 m³ : sec et alors de perdre en moyenne $48 - 26 = 22$ m³ : sec, ou, si elle veut profiter du module, de donner auxdits ouvrages des dimensions moitié plus grandes qui produiront rarement leur plein effet. Dans les deux cas, l'utilisation sera incomplète, puisqu'il y aura une perte d'eau ou un capital mal utilisé. La perte moyenne de 22 m³ : sec représentant un volume d'eau annuel de 694 millions de mètres cubes, le réservoir qu'on projette améliorerait grandement cette situation, sa capacité prévue étant de 586 millions de mètres cubes, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que la perte annuelle.

On voit par cet aperçu combien sont déjà importants au point de vue industriel les résultats des travaux du service des forces hydrauliques dans la région des Alpes. Les dépenses qu'ils ont occasionnées sont pourtant des plus minimes si on les compare à celles qui ont été engagées dans des buts analogues par les autres nations, en particulier par la Suisse. Les crédits annuels alloués, tout d'abord de 37000 fr, ont été réduits en 1910 à 27000 fr. Or nous avons dit que le nombre des stations de jaugeages qui ont été établies s'élève à 180. Si l'on en excepte les stations qui ne sont plus utilisées régulièrement, les données qu'elles pouvaient fournir étant aujourd'hui acquises, et celles qui n'entraînent que des dépenses insignifiantes, il reste néanmoins plus de 100 stations actuellement en plein fonctionnement Le crédit ne correspond donc qu'à 270 fr par station. C'est peu pour entretenir et renouveler un matériel assez important de barques, passerelles et autres ouvrages exposés aux intempéries, et payer les opérations de jaugeages qui, exigeant le concours de plusieurs agents souvent éloignés, coûtent forcément cher. M. de la Brosse doit donc être très vivement félicité d'être, avec des ressources aussi modestes, parvenu à un ensemble déjà très imposant de documents. Cette pénurie de ressources a malheureusement une conséquence désastreuse. Avant tout il faut entretenir et renoulever le matériel; aussi les jaugeages proprement dits, en vue desquels sont cependant faites toutes ces dépenses et qui constituent leur objet essentiel, sont-ils en nombre limité. Il en résulte un ralentissement des études, préjudiciable à l'industrie française. On ne peut donc que s'associer au vœu de M. de la Brosse tendant au relèvement des crédits au moins à ce qu'ils étaient en 1909.

*
* *

L'intérêt que présenterait le rapide achèvement des études du Service des Grandes Forces hydrauliques se trouve d'ailleurs mis en évidence par l'accroissement continuel du nombre des **usines hydroélectriques de la région des Alpes**.

On a déjà pu se rendre compte de ce développement par le diagramme des distributions publiques hydroélectriques du bassin du Rhône que publiait M. Bresson dans *La Revue électrique* du 30 avril 1910 (t. XIII, p. 291) : alors que fin 1889 on n'en comptait que 12, on en trouvait 134 dix ans plus tard et, à la fin de la décade suivante, c'est-à-dire fin 1909, leur nombre dépassait 271. Bien que le bassin du Rhône comprenne, outre la région des Alpes, plusieurs autres régions, comme la vallée du Doubs, riches en chutes d'eau, il est permis de penser que la majeure partie des distributions envisagées dans ce diagramme sont situées dans la région des Alpes, opinion d'ailleurs confirmée par le rapport de M. de la Brosse qui indique que le nombre des usines hydroélectriques d'une puissance d'au moins 100 chevaux (et l'on sait que bien des distributions publiques sont alimentées par des usines moins importantes) est d'environ une centaine.

Divers autres documents intéressants sont encore publiés par M. de la Brosse sur l'état actuel de l'utilisation des forces motrices hydrauliques à la production de l'électricité dans la région des Alpes. C'est d'abord une Carte au $\frac{1}{500000}$ de cette région donnant l'emplacement des principales usines électriques avec indication de leurs puissances au moyen de cercles dont les colorations sont différentes suivant l'usage qui est fait de l'énergie électrique. Le principal intérêt de cette Carte provenant de ses grandes dimensions et de son tirage en plusieurs couleurs, elle ne saurait être reproduite dans ces colonnes. Mais le lecteur trouvera l'indication des emplacements de ces usines dans la Carte, à échelle environ quatre fois moindre, publiée page 171 du numéro du 15 mars 1910 et leurs noms dans la Table qui l'accompagne, Carte et Table dressés par M. H. Bresson.

Un autre document est constitué par une liste détaillée de ces usines, liste indiquant pour chaque usine les hauteurs de chutes brutes et nettes, les débits minima et les débits maxima utilisés, les puissances minima, normales et de réserve, les puissances totales installées, enfin l'utilisation de l'énergie électrique produite. Nous reproduisons ci-dessous le Tableau récapitulatif des puissances minima et des puissances installées.

Tableau récapitulatif des puissances des usines hydroélectriques de la région des Alpes.

Bassins.		Puissances en chevaux minima.		Puissances en chevaux totales installées.	
Dranse			600		1100
Arve			14000		54880
Fier			1220		3400
Guiers			4000		14760
Rhône (Jonage)			12000		22000
Isère.	Isère	5000	105000	13500	260000
	Doron	4700		11800	
	Arly	6800		20300	
	Arc	28610		88345	
	Bréda	3890		10000	
	Romanche	21580		59810	
	Drac	10440		25415	
	Divers	23980		30830	
Drôme			570		670
Lez			»		90
Durance			30500		93000
Argens			750		3800
Siagne			3500		8600
Loup			2000		3200
Var			4800		8350
Roya			150		275
Totaux			179390		474125
Ou (en chiffres ronds)			180000		475000

Il résulte de ce Tableau que la somme des puissances minima utilisées (180000 chevaux) représente les 38 centièmes des puissances des installations. C'est, comme nous l'avons fait observer plus haut, à peu près le même rapport qu'entre le débit d'étiage et le débit moyen. On peut donc admettre que les installations correspondent au débit moyen.

La quantité d'énergie électrique produite annuellement est nécessairement inférieure à celle qui correspondrait à la marche continuelle des installations à pleine charge, puisque le débit moyen n'est atteint que pendant 180 jours. Comme d'autre part elle est supérieure à celle que pourrait donner le régime d'étiage, M. de la Brosse estime qu'on peut la calculer en prenant comme puissance moyenne le double de la puissance minima, soit 360000 chevaux ou 264000 kilowatts. On trouve ainsi plus de deux milliards de kilowatts-heure.

Au point de vue de l'emploi, les 475000 chevaux installés aujourd'hui dans les Alpes se répartissent approximativement comme il suit :

Métallurgie	210000	chevaux
Distribution de force motrice et lumière	155000	—
Produits chimiques	60000	—
Papeterie, cartonnerie, etc.	30000	—
Traction	10000	—
Chaux, ciments, minoteries, divers	8000	—

La métallurgie, et particulièrement la fabrication de l'aluminium, de l'acier et des ferro-alliages, vient donc en première ligne des industries utilisant la puissance électrique. L'industrie des produits chimiques ne vient qu'en troisième lieu; mais il se pourrait qu'elle prenne bientôt un nouvel essor par suite de la fabrication de l'acide azotique, de la cyanamide, de l'azoture d'aluminium.

Plusieurs installations importantes sont en effet en projet. L'ensemble de ces nouvelles usines augmentera la puissance installée de

35000	chevaux	dans le bassin	du Fier
200000	—	—	de l'Isère
400000	—	—	de la Durance
85000	—	—	du Var

soit, en tout, 720000 chevaux, qui, ajoutés aux 475000 chevaux actuels, porteront à 1195000 chevaux la puissance installée dans les Alpes françaises. Si l'on tient en outre compte des 300000 chevaux que peuvent donner les aménagements projetés du Haut-Rhône, cela fait 1500000 chevaux environ qui paraissent devoir être installés avant dix ans dans la région.

En admettant, comme il a été fait plus haut pour les usines actuelles, que les deux tiers de cette puissance soient constamment utilisés, on trouve une production annuelle de 6 milliards et demi de



kilowatts-heure qui, vendus 0,02 fr le kilowatt-heure, correspondent à une recette de 130 millions de francs. Ces chiffres montrent éloquemment l'avenir qu'est en droit d'espérer l'utilisation des forces hydrauliques.

***

Il est généralement admis que la radiation d'énergie sous forme d'aigrettes ou d'effluves entourant les conducteurs et les isolateurs constitue la principale partie des **pertes dans les lignes à haute tension**. Toutefois, en raison des difficultés que présentent les mesures, on ne possède que bien peu de données numériques sur la quantité d'énergie ainsi dissipée. Les essais faits par M. Faccioli sur les lignes de 247 km et de 44 km qui respectivement relient les usines de Shoshone et de Boulder à Denver, dans le Colorado, essais qui sont relatés page 317, sont donc particulièrement intéressants.

Ainsi qu'on le verra, la perte d'énergie par radiation sur la ligne de 247 km atteignait 1003 kilowatts pour une tension de 100 000 volts à l'usine et montait à 1623 kilowatts quand on élevait la tension à 105 000 volts. Ce sont là des pertes énormes et comme il était certain qu'en service normal de l'exploitation, qui se fait cependant à 100 000 volts, elles étaient de beaucoup inférieures, il fallait trouver l'explication des résultats obtenus dans les conditions des essais.

Ces essais étaient effectués sans charge à la station réceptrice. On constata que dans ces conditions la tension croît le long de la ligne, sans nulle doute par suite de la capacité de celle-ci, et que pour une tension de 100 000 volts à l'usine de Shoshone on avait 110 000 volts à la station réceptrice de Denver.

Les essais ayant montré que les pertes croissent très rapidement avec la tension puisqu'elles augmentent de 1003 à 1623 kilowatts quand la tension croît seulement de 100 000 à 105 000 volts, il était fort probable que la majeure partie de la perte de 1003 kilowatts se produisait sur la portion de la ligne la plus rapprochée de Denver. L'expérience sanctionna cette conclusion car, en sectionnant la ligne à 102 km de l'usine génératrice, on ne trouva plus qu'une perte de 152 kilowatts, toujours pour une tension de 100 000 volts à l'usine. Les mesures faites ultérieurement, sur la ligne de 44 km reliant l'usine de Boulder à Denver, confirmèrent d'ailleurs entièrement cette manière de voir. Elles montrèrent en effet qu'à partir d'une tension de 87 500 volts et jusqu'à celle de 117 500 volts où furent poussées les expériences, les pertes par radiations croissent très rapidement avec la tension, la variation pouvant être représentée soit, entre certaines limites, par une courbe exponentielle; soit, pour les plus hautes tensions, par une courbe parabolique.

Il serait certainement téméraire de conclure de ces expériences la limite de tension au delà de laquelle les pertes par radiation rendent l'établissement d'une ligne de transmission économiquement impossible. C'est d'ailleurs une question d'espèce, puisque, d'après ces mêmes expériences, la perte dépend dans une large mesure de la longueur de la ligne et de sa capacité. Toutefois il semble qu'on puisse en inférer qu'en général cette limite n'est pas de beaucoup supérieure à 100 000 volts.

La communication de M. G.-S. Merritt sur les **lampes au tungstène,** faite il y a quelques mois devant l'American Institute of Electrical Engineers et dont une analyse est publiée page 333, nous donne quelques indications sur la façon dont ces lampes sont fabriquées aux Etats-Unis. C'est d'ailleurs le même mode de fabrication qui est généralement utilisé en Angleterre et en Allemagne si l'on s'en rapporte aux publications des revues électrotechniques de ces pays. C'est aussi celui que suivent plusieurs usines françaises, du moins dans les grandes lignes, car les multiples opérations qu'exige la fabrication des lampes à filament de tunsgtène donnent lieu à divers tours de main qui diffèrent d'une usine à l'autre et dont chaque usine conserve jalousement le secret.

L'auteur examine ensuite les qualités des lampes de fabrication américaine au point de vue de la longévité et du rendement. On constatera, par la courbe de la figure 2, que dans les essais de l'auteur, 50 pour 100 des lampes ont une durée supérieure à 1400 heures pour le régime de 1,25 watt par bougie. Notons aussi que, d'après une autre série d'essais, la fréquence des extinctions et rallumages n'a pas d'influence sensible sur la longévité; ce résultat est intéressant pour le développement de l'emploi des lampes au tungstène dans les enseignes lumineuses à extinctions périodiques, car on pourrait craindre que, la résistance d'un filament de tungstène étant 10 fois plus faible à froid qu'à chaud, le courant de forte intensité du début de chaque allumage ne soit une cause de destruction rapide du filament.

A propos du rendement, l'auteur développe quelques considérations relatives à la radiation de l'énergie par les corps incandescents. Les lois qui régissent cette radiation sont aujourd'hui classiques et bien connues des ingénieurs électriciens; il n'est pas mauvais toutefois de rappeler de temps à autre leurs conséquences pratiques.

Parmi les autres articles, signalons tout particulièrement ceux de M. Mauduit (p. 324), de M. Cheneveau (p. 337), et de M. Racapé (p. 345).

J. Blondin.

7.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Septième Bulletin bimensuel de 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 8 mars 1911.

Présents : MM. Guillain, président; Cordier, Eschwège, Zetter, vice-présidents; Chaussenot, Vautier, secrétaires adjoints; Berthelot, Boutan, Brylinski, Godinet, Legouez, Pinot, Sartiaux, Sciama.

Absents excusés : MM. Piaton, vice-président; Fontaine, secrétaire; Cotté.

M. Guillain occupe le fauteuil de la présidence.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Le Syndicat professionnel des Industries électriques signale la mise à l'étude d'un cahier des charges pour câbles sous caoutchouc destiné à compléter les Instructions relatives aux installations à l'intérieur des immeubles et celui des câbles sous plomb armé, déjà édité; il sollicite la participation de l'Union dans les dépenses nécessitées par les essais à faire sur des câbles et fils que les constructeurs consentent à fournir gratuitement. Après examen, le Comité reconnaissant l'intérêt général que présente cette étude, décide de s'y intéresser par une subvention de 250 fr.

Le Compte rendu de la séance d'installation des nouveaux membres et du Bureau de la Chambre de Commerce de Paris est communiqué au Comité.

Le Comité prend connaissance de la lettre du Président du Comité électrotechnique français transmettant le programme du Congrès international des Applications électriques qui se tiendra à Turin et la liste des principales questions au sujet desquelles la Commission d'organisation désirerait voir présenter des rapports. Ce programme et cette liste ont, du reste, été publiés dans *La Revue électrique* du 24 février dernier. Le Comité espère que de nombreux membres des Syndicats adhérents voudront bien répondre à la demande du Comité d'organisation.

Documents officiels. — Les documents suivants ont été portés à la connaissance du Comité : arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, agréant le laboratoire de mesures électriques annexé à l'Institut électrotechnique de Nancy pour délivrer les certificats d'essai des compteurs électriques (*Journal officiel* du 17 février 1911); décret déclarant d'utilité publique un réseau de distribution d'énergie électrique sur le territoire de la commune de Sannois (*Journal officiel* du 4 mars 1911).

Instructions concernant l'établissement des installations électriques a l'intérieur des maisons. — M. Zetter fait connaître que le travail élaboré par le Syndicat professionnel des Industries électriques va être terminé et renvoyé à la Commission intersyndicale, mais il signale qu'il y aurait peut-être lieu d'adjoindre à cette Commission quelques nouveaux membres si les adhésions à l'Union de deux nouveaux Syndicats aboutissent. C'est, en effet, en raison de l'intérêt que ces nouveaux Syndicats portent à la question des installations électriques à l'intérieur des maisons qui les concerne tout particulièrement, que les négociations ont pu être engagées et pourront se poursuivre dans l'espoir d'amener ces Syndicats à donner leur adhésion définitive à l'Union.

Actions en reconnaissance des droits acquis sur les cours d'eau du domaine public (art. 128 de la loi de finances du 8 avril 1910). — Le Comité espère que l'application de cette nouvelle loi, qui doit entrer en vigueur dans quelques jours, n'apportera pas de modifications fâcheuses à la situation des usines de ses adhérents; dans le cas contraire, il y aura lieu d'examiner les moyens d'y faire apporter ultérieurement des atténuations.

Caisses de retraites ouvrières. — L'enquête se poursuit dans les Syndicats adhérents.

M. le Président signale qu'en raison de la crise ministérielle, toutes démarches au sujet du Banquet ont dû être suspendues; il va les reprendre et espère que la date du Banquet pourra être fixée d'ici peu. Sur sa proposition, le Comité établit la liste des personnalités auxquelles des invitations seront faites pour le Banquet. Cette liste sera communiquée aux présidents des différents Syndicats pour le cas où ils auraient à y ajouter d'autres noms.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

SEPTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Liste des récompenses obtenues par les membres du Syndicat à l'Exposition internationale de Buenos-Ayres (1910).

Nous reproduisons ci-après la liste des récompenses obtenues par les membres de notre Syndicat, extraite du Palmarès :

SECTION II.

DIVISION D. — ELECTROTECHNIE.

Grands prix.

Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 16-18, boulevard de Vaugirard, Paris.
Schneider et Cie, 42, rue d'Anjou, Paris.
Société anonyme des établissements Delaunay-Belleville, rue de l'Ermitage, Saint-Denis (Seine).
Société la Canalisation électrique, à Saint-Maurice (Seine).
Société l'Éclairage électrique, 364, rue Lecourbe, Paris.
Société pour le travail électrique des métaux, 26, rue Laffitte, Paris.

Diplôme d'honneur.

Giros et Loucheur, 69, rue de Miromesnil, Paris.

DIVISION E. — VOIES ET BATIMENTS.

Grands prix.

Chateau frères et Cie, 125, boulevard de Grenelle, Paris.
Richard (Jules), 25, rue Mélingue, Paris.

Tarif des douanes françaises.

DÉCISIONS RÉGLEMENTAIRES RÉCENTES RELATIVES AU CLASSEMENT DES MARCHANDISES.

Désignation des marchandises.	*Classement.*
Allumeurs électriques (socle en bois renfermant deux piles sèches et un enroulement de fils isolés et supportant une tige métallique et une lampe à essence ou benzine).	Droit des *Appareils électrotechniques avec enroulements de fils isolés*, sur l'ensemble (n° 524 *bis*).
Appareils à galvaniser ou étamer et à bobiner les fils métalliques.	V. *Appareils non dénommés* (n° 525 *sexiès*).
Avertisseurs automatiques de surcharge à sonnerie électrique pour appareils de levage.	V. *Appareils électrotechniques* (n° 524 *bis*).
Cages ou boîtes pour manomètres enregistreurs ou autres.	*Régime déterminé par le* n° 634 *ter*.
Compteurs de tours avec parties notables en aluminium.	Même régime que les *Ouvrages en aluminium, autres* (n° 579 *bis*).
Étuves bactériologiques à équipement électrique.	V. *Appareils électrotechniques* (n° 524 *bis*). Thermomètre taxable à part.
Fourches-terminus pour lignes électriques aériennes, en fer ou acier, y compris le coin fixe-câble.	Même régime que les *Ouvrages en fer non dénommés* (n° 568).
Génératrice à courant continu avec palier extérieur et arbre, muni d'une bride en vue de l'accouplement avec l'arbre du moteur.	Même régime que les *Machines dynamo-électriques* (n° 524).
Isolateurs ou pièces isolantes en stécolithe, pétroïd, ou matières analogues pour installations électriques.	Même régime que les *Ouvrages en stéatite* (n° 630 *ter*).
Lampes électriques de sûreté pour mineurs.	V. *Appareils électrotechniques* (n° 524 *bis*).
Machines d'électricité statique, dites « Machines de Wimshurt ».	Régime des *Appareils de démonstration et d'enseignement* (n° 634 *quater*).
Manomètres enregistreurs et autres, y compris leurs cages ou boîtes.	*Régime déterminé par l'article* 634 *ter*.
Miroirs réflecteurs en verre, polis et étamés, pour appareils de projection.	Même régime que les *Verres d'optique taillés ou polis* (n° 635).
Rattrape-trolley et pièces détachées.	V. *Pièces détachées de machines* (*autres qu'électriques*), selon l'espèce.
Réglettes pour appareils électriques en acier, bronze, cuivre ou fer.	V. *Pièces détachées de machines* (*autres qu'électriques*), selon l'espèce.
Rhéostat comportant des fils de cuivre non isolés et dans lesquels les lamelles et résistances sont enserrées entre des feuilles d'amiante.	V. *Appareils électrotechniques sans enroulements de fils isolés* (n° 524 *bis*).
Rotor en fer ou acier travaillé, muni ou non du bobinage et de ses accessoires.	Même régime que les *Pièces de machines électriques* (n° 636).
Voitures automotrices électriques pour tramways. — Accumulateurs électriques.	*Régime du n°* 576 *ter*.
— Dynamo.	*Régime du n°* 524.
— Équipement électrique.	*Régime des n°s* 524 *bis*, 356, 535 *ter* et 361.
— Moteur à essence.	*Régime du n°* 510.
— Radiateur en fer et cuivre.	*Régime du n°* 575.
— Réservoir à essence en laiton.	*Régime du n°* 572.
— Transmissions.	*Droit qui leur est propre.*
— Voitures et autres pièces.	*Droit des Voitures de tramways*, selon l'espèce (n° 614).

Procès-verbal de l'Assemblée générale ordinaire annuelle du 29 mars 1911.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 30 m.

Sont présents ou votent par correspondance : MM. Alliot, Ancel, André, R. Angelle, Ansot, Armet, Bancelin, Barbou, Barbut, Barnéoud, Baux, Beaudier, Berger, J.-M. Berne, Bernoud, Bizet, Boisserand, Brault, Bret, Brion, Busson, Callaud, Alexis Cance, Albert Cance, Carpentier, L. Cazelle, Cellerier, Champion, Chateau, Cheneaux, Conrad, Constantin, Courtant, Courtois, Crocosse, Darras, David, Debauge, Denécheau, Descôtes, Desgranges, Destriau, Dinin, Doignon, Ducommun, Electro-Matériel, Eschwège, Fégly, Focqué, Gardy, Gaudet, Gettinger, Gin, Grammont, Grellou, Grivel, Grosselin, Gruyelle, Guittard, Hamm, E. Harlé, Heinrich, Heinz, Hillairet, Huguet, Jaubert, Javaux, Labour, Lacaze, Larnaude, de la Ville Le Roulx, Léauté, Le Blanc, Leclanché, Lecomte, Legendre, Legouëz, Lembké, Leroy, Letscher, Lévi, Levis, L. Mascart, G.-B. de la Mathe, F. Meyer, G. Meyer, M. Meyer, Meyer-May, C. Michel, Ch. Mildé, E. Mildé, Minssart, Minvielle, Monnereau, Pacini, Paz et Silva, Petrier-Tissot et Raybaud, Portevin, Préel, Rau, Renaud, Renault, Richemond, Robard, Roche-Grandjean, M. Roger, Roulland, Routin, Roux, Sailly, E. Sartiaux, Sauvage, Schmitt, Schwarberg, Schwob, Séguin, Serrin, Soulé, Suter, Thomas, Thouvenot, Ch. Tournaire, Tricoche, Trouilhet, Vedovelli, Verriéle, Véry, Victor, Warnery, Wehrlin, Weis, Zetter, Ziegler.

Se sont excusés de ne pouvoir assister en personne à l'Assemblée : MM. Bret, Brunswick, Eschwège, Portevin.

— M. le Président se reportant à l'article 20 des statuts, fait constater que les convocations ont été faites dans *La Revue Électrique* et par lettre individuelle, plus de 10 jours d'avance; qu'elles indiquent bien l'ordre du jour; et que la réunion a lieu dans le premier trimestre.

Il dépose sur le bureau les bulletins de vote par correspondance et constate que leur nombre ajouté à celui des membres présents dépasse le quorum exigé par les statuts; l'Assemblée est donc régulièrement constituée et peut délibérer valablement.

MM. Larnaude, M. Meyer, Minvielle, Sauvage, sont désignés comme scrutateurs.

— M. le Président donne la parole à M. Larnaude, trésorier.

Rapport du Trésorier.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous soumettre les comptes et le bilan de l'exercice 1910, qui se présentent comme suit :

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

		fr
Report du Compte 31 décembre 1910		3981,52
Intérêts en banque		1013,95
Subventions et cotisations		12727,20
Annuaire (**)	525,65	......
Arbitrages		583,40
Association amicale		750 »
Total		19056,07

		fr
Frais généraux :		
Divers		9,10
Loyer, etc.		2370,30
Personnel, etc		6183,15
Fournitures de bureaux		1790,75
Salle ingénieurs		42 »
Déménagement, etc		880,90
Frais funéraires		250 »
Total		11526,20
Publicité et brochures (**)	1620,52	1097,87
Cotisations, abonnements, subventions, etc...		2231,40
Pour balance		4200,60
Total égal		19056,07

BILAN.

		fr
En Caisse		354,15
En Banque		2928,25
Rente française 3 pour 100		32208,55
Association amicale		500 »
Mobilier ancien (*)	1000, »	3195,15
Mobilier nouveau	2979,25	
Débiteurs divers		1651,95
Total		40838,05

		fr
Fonds Bureau de Contrôle		32000 »
Fonds Secours (Inondés)		2300 »
Fonds Création Médaille (*)	784,10	....
Fonds Distribution de Médailles (*)		520,50
Créditeurs divers		1816,95
Pour balance		4200,60
Total égal		40838,05

(*) Les souscripteurs de la Médaille autorisent à utiliser le reliquat pour amortir le compte de mobilier de 784,10 fr, ce qui modifie le bilan comme il est rectifié.

(**) On peut également diminuer le compte *publicité et brochures* (1620,52) du bénéfice réalisé sur la publicité de l'Annuaire (522,65) ce qui fait disparaître ce dernier compte et réduit le premier à : 1097,87 fr.



— Au nom de la Commission des Comptes, M. G. Meyer donne lecture du rapport suivant :

Rapport des Commissaires des Comptes.

Messieurs et chers Collègues,

Vous avez bien voulu nous faire l'honneur de nous confier le mandat de procéder à l'examen des comptes du Syndicat professionnel des Industries électriques; nous avons, en conséquence, contrôlé la concordance des pièces de comptabilité qui nous ont été soumises avec le bilan qui vous est présenté. Nous avons reconnu la bonne tenue, la régularité et la parfaite clarté des écritures.

Nous avons notamment vérifié l'existence au 31 décembre 1910 des espèces en caisse et en dépôt en banque et des valeurs de portefeuille qui figurent à l'actif.

En examinant le chapitre des Recettes, nous avons constaté une augmentation assez sensible des cotisations nouvelles, provenant en grande partie de la propagande inlassable de notre très dévoué Président. Mais le chapitre des dépenses nous a montré que cette plus-value de recettes avait été presque complètement absorbée par des dépenses supplémentaires de bulletin, de personnel, de loyer et contributions.

Nous croyons intéressant de vous faire remarquer que l'Annuaire édité en 1910 a coûté 1413,30 fr et a rapporté en publicité 1935,95 fr, soit un solde créditeur de 522,65 fr, lequel a été porté en déduction des frais de publicité du Syndicat qui de 1620,52 fr se trouvent ainsi ramenés à 1097,87 fr.

Le chapitre Mobilier s'est trouvé augmenté dans de notables proportions par suite des aménagements nécessités par notre nouveau Siège social ; il a été frappé cependant d'un amortissement important provenant :

1° De l'inscription au chapitre « Frais généraux » de tous les frais accessoires d'installation et d'organisation;

2° De l'imputation, avec le consentement des donateurs, du reliquat de la souscription pour la création des médailles et diplômes du Syndicat.

D'accord avec le donateur, le reliquat de la somme qui avait été si généreusement mise à la disposition du Syndicat pour secourir les inondés a été réservé pour venir en aide à des adhérents ou anciens adhérents; cette somme figure sous la rubrique « Fonds de secours pour les inondés »; enfin, vous remarquerez également dans le bilan un nouveau compte : « Fonds de distribution de médailles », représenté par une somme réservée pour la distribution gratuite de médailles et diplômes.

En terminant, nous nous permettons d'attirer votre attention sur les ressources très limitées de notre Syndicat comparées aux dépenses croissantes nécessitées par la place importante qu'il occupe parmi les groupements de même nature; comme vous l'a dit notre trésorier, le projet de budget pour l'exercice 1911 fait ressortir une insuffisance qu'il importe de soumettre à l'examen de la Chambre; celle-ci aura à rechercher les moyens à employer pour se procurer des ressources supplémentaires.

Nous concluons, Messieurs et chers Collègues, à l'adoption des comptes de l'Exercice 1910 tels qu'ils vous ont été présentés par notre dévoué trésorier à qui nous vous proposons de voter des remercîments; vous y associerez certainement notre sympathique secrétaire général pour l'activité et le zèle qu'il développe dans l'accomplissement de ses délicates fonctions.

Les Commissaires des Comptes,
C. CHATEAU,
GEORGES MEYER.

— M. le Président donne ensuite lecture de son rapport.

(*En raison de l'abondance des matières et de l'étendue de ce rapport, la publication en est reportée au prochain numéro de la Revue qui paraîtra le 28 avril.*)

— Personne ne demandant la parole sur les questions soumises à l'Assemblée générale ordinaire, M. le Président met successivement aux voix les résolutions suivantes, après avoir rappelé que, conformément à l'article 20 des statuts, les décisions sont prises à la majorité relative des membres présents ou représentés par leur bulletin de vote.

PREMIÈRE RÉSOLUTION.

L'Assemblée générale approuve les comptes de l'exercice écoulé et le bilan au 31 décembre 1910 :

Nombre de votants	136
Majorité absolue	69
Pour l'adoption	132
Contre	0
Abstentions	4

L'Assemblée générale a adopté.

DEUXIÈME RÉSOLUTION.

L'Assemblée générale maintient, pour l'année 1912 la base de la subvention proportionnelle, au chiffre adopté pour les années précédentes, avec le même maximum et le même minimum :

Nombre de votants	136
Majorité absolue	69
Pour l'adoption	127
Contre	3
Abstentions	6

L'Assemblée générale a adopté.

TROISIÈME RÉSOLUTION.

L'Assemblée générale vérifie les résultats des élections faites par les Sections, pour le renouvellement partiel de la Chambre syndicale prévu par l'article 11 des statuts, résultats d'après lesquels sont élus ou réélus membres de la Chambre syndicale :

MM. Brunswick, Guittard, Ziegler, désignés par la première section;

MM. Azaria, Larnaude, Minvielle, désignés par la deuxième section;

MM. Iung, Sauvage, désignés par la troisième section;

MM. André, Chateau, désignés par la quatrième section;

M. Dinin, désigné par la cinquième section;

MM. M. Meyer, Pornon, désignés par la sixième section;

MM. Eschwège, Portevin, Ch. Tournaire, désignés par la septième section :

Nombre de votants	136
Majorité absolue	69
Pour l'adoption	126
Contre	1
Abstentions	9

L'Assemblée générale a adopté.

L'ordre du jour étant épuisé et personne ne demandant la parole, la séance est levée à 3 h 45 m.

Le Secrétaire général, H. CHAUSSENOT. *Le Président,* C. ZETTER.

Assemblée générale extraordinaire.

Bien que la grande majorité des membres présents et des votants par correspondance aient donné un avis favorable à la modification projetée, de la cotisation et des statuts, le quorum fixé par l'article 24 des statuts n'ayant pas été atteint, l'Assemblée générale extraordinaire n'a pu valablement délibérer et une nouvelle convocation sera faite ultérieurement.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique.
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des industries électriques.

Ministère des Finances. — Avis relatif au classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816), p. 348.
Préfecture de la Seine. — Arrêté préfectoral relatif à la revision de la liste électorale du Conseil de prud'hommes de Paris, p. 350
Avis d'enquête relatif à une demande de concession pour distribution d'énergie électrique dans Paris, p. 350.
Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir aux annonces*, p. XXIX.
Offres et demandes d'emplois, *voir aux annonces*, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.
Téléphone : **225-92.**

SEPTIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et Réglementation. — Circulaire du Ministre des Travaux publics en date du 10 novembre 1910 relative à l'organisation du contrôle communal des distributions d'énergie électrique, p. 348. — Circulaire du Ministre du Travail en date du 31 janvier 1911 relative au régime de contrôle applicable aux installations électriques établies temporairement sur les dépendances du domaine public, p. 348. — Loi portant prorogation de six mois du délai accordé, à peine de forclusion, par l'article 128 de la loi du 8 avril 1910, pour l'introduction des actions en reconnaissance des droits acquis sur les cours d'eau figurant au Tableau annexé à l'ordonnance du 10 juillet 1853 et modifié par les décrets postérieurs de classement et de déclassement, p. 349.
Jurisprudence et Contentieux. — Arrêt du Conseil d'État, 11 novembre 1910, Ville de Longwy contre Compagnie du Gaz de Longwy, p. 350.
Chronique financière et commerciale. — Convocation d'assemblée générale, *voir aux annonces*, p. XXIX.— Nouvelles Sociétés, *voir aux annonces*, p. XXIX. — Coupons et dividendes annoncés, *voir aux annonces*, p. XXIX.—Demandes d'emplois, *voir aux annonces*, p. XXXI. — Nouvelles usines dont l'existence a été contrôlée par les services spéciaux du Syndicat, *voir aux annonces*, p. XXXIII. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir aux annonces*, p. XXXIII.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

EXPLOITATION DES RÉSEAUX.

Le facteur de diversité [1].

Dans les distributions d'électricité pour lumière et force motrice alimentant les grandes villes, la demande maxima journalière sur le réseau varie d'un jour à l'autre pendant la semaine et d'un mois à l'autre pendant l'année. La variation de la longueur du jour due au changement des saisons, les habitudes du public desservi et le genre du quartier (commerce, industrie, habitations particulières) contribuent à produire cet effet. Le résultat est que la demande maxima est plus faible à l'usine génératrice qu'en tout autre point du réseau. C'est-à-dire : la somme des demandes maxima des transformateurs et des câbles distributeurs est plus grande que celle du feeder; la somme des maxima des feeders est plus grande que la demande maxima à la sous-station, et la somme des maxima des sous-stations est plus grande que la demande maxima à l'usine génératrice.

Le rapport de la somme des maxima observés dans les subdivisions du réseau à la demande maxima réelle du réseau telle qu'on l'observe au point d'alimentation est appelé *facteur de diversité*. Ainsi, si la somme des maxima des charges individuelles des dix feeders d'une sous-station est 1200 kw et si le maximum coexistant des feeders est 1000 kw, le facteur de diversité est $\frac{1200}{1000}$ ou 1,2.

L'étude des facteurs de diversité a une grande importance au point de vue commercial. Le capital que la compagnie de distribution doit immobiliser dans les diverses parties de son réseau, pour chaque kilowatt de demande maxima, détermine les charges fixes qu'on doit considérer pour la détermination des prix de revient et pour établir une tarification équitable.

Plus le réseau est grand, plus le facteur de diversité est élevé. On envisagera ici une distribution à courant alternatif alimentée par des sous-stations, des feeders, des distributeurs, des transformateurs, etc., comme le montre la figure 1. Les observations sont plus faciles dans un réseau à courant alternatif que dans un réseau à courant continu de basse tension, à cause de la présence des transformateurs, dont la charge peut être mesurée. Cette mesure ne peut pas se faire aussi facilement sur les câbles distributeurs d'un réseau à basse tension.

La demande d'électricité prenant naissance chez le consommateur, il est logique d'analyser le facteur de diversité en remontant le cours de la circulation de l'énergie.

Dans des quartiers d'habitations particulières, alimentés par des lignes aériennes, les observations indiquent que la somme des demandes maxima individuelles des consommateurs est de 2,5 à 3 fois la demande maxima instantanée au transformateur; ce rapport est plus faible quand il y a moins de dix abonnés alimentés par

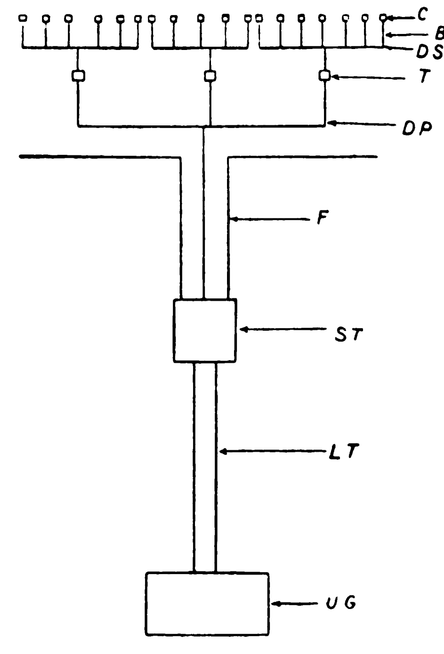


Fig. 1.

UG usine génératrice, LT ligne de transmission,
ST sous-station, F feeders,
DP distributeurs primaires, DS distributeurs secondaires,
T transformateurs, B branchement,
C compteurs.

un même transformateur et plus élevé quand il y en a plus de trente.

Dans les quartiers commerçants où l'on alimente de nombreux petits magasins, la demande instantanée maxima est beaucoup plus forte par rapport aux demandes particulières des consommateurs. On trouve que pour cette catégorie d'abonnés d'éclairage, le rapport est de 1,5 à 1,7. Ainsi, dans un îlot où le courant sert à l'éclairage commercial, il y a 55 abonnés, 26 branchements et 1200 lampes. La puissance mesurée au transformateur à 7 h du soir le samedi est de 34 kw, tandis que la somme relevée aux indicateurs de maximum est 55 kw. Le facteur de diversité est donc $\frac{55}{34} = 1,6$. La somme des puissances, d'après les indicateurs de maximum, est $\frac{55}{60}$ de la puissance installée.

Dans un îlot de Chicago, très peuplé et formé de mai-

(1) H.-B. GEAR, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 23 mars 1910 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXIX, 7 août 1910, p. 1365-1374).

sons d'habitation, la charge installée se compose de 2100 lampes de 50 watts, ou 105 kw. Le total des demandes maxima des consommateurs s'élève à environ 63 kw, et le maximum instantané, mesuré au transformateur, est de 18 kw. Il y a plus de 175 abonnés branchés sur ce transformateur. Dans ce cas, le facteur de diversité est $\frac{63}{18} = 3,5$ et les demandes des consommateurs sont les $\frac{63}{105}$ de la charge installée.

Les abonnés de force motrice sont rarement groupés de telle sorte qu'on puisse en desservir un grand nombre par une seule installation transformatrice. Comme on doit les tenir séparés des abonnés de lumière, il faut ordinairement une batterie de transformateurs spéciale pour chaque consommateur dont la charge est de 2 chevaux ou davantage. Dans les grandes installations, on tire parti de la diversité qui existe entre les compteurs alimentés pour réduire la capacité des transformateurs. Ceci ne peut se faire pour de petits consommateurs, sauf dans le cas peu fréquent où plusieurs consommateurs de force motrice sont concentrés dans un rayon d'environ 150 m. Pour les abonnés de force motrice, le facteur de diversité entre compteurs et transformateurs est donc très faible et ne dépasse probablement pas 1,1 en moyenne.

En avançant vers la sous-station, on peut encore observer commodément la diversité au tableau des feeders. Il y a un facteur de diversité considérable entre les sommes des maxima des transformateurs et la charge maxima du feeder.

Ce facteur varie avec le genre du quartier desservi et avec la densité de la charge. Dans les quartiers d'habitations clairsemées où il y a beaucoup de transformateurs de 1, 2 et 3 kw, et peu de plus grands que 15 kw, le rapport de la charge maxima du feeder à la puissance totale des transformateurs qu'il alimente est de 45 à 50 pour 100. Dans les quartiers où la puissance unitaire des transformateurs est de 5 à 30 kw, ou plus forte, le rapport est de 55 à 60 pour 100. Dans les quartiers commerçants où la puissance unitaire des transformateurs varie de 5 à 50 kw, le rapport est de 75 à 85 pour 100 ou plus élevé.

En admettant que chaque transformateur atteint sa charge nominale à une époque quelconque de l'année, le facteur de diversité pour un feeder, dans un quartier d'habitations clairsemées, est de 2 à 2,2. Pour une clientèle plus dense, ce facteur est 1,6 à 1,8, tandis que dans les quartiers commerçants il est de 1,2 à 1,3.

Quand la charge se compose d'installations de force motrice clairsemées, en unités de 5 à 100 chevaux, le rapport de la charge maxima à la puissance des transformateurs est de 45 à 50 pour 100, ce qui donne un facteur de diversité de 2 à 2,2. Lorsqu'un petit nombre de grosses installations de force motrice, allant de 100 à 500 chevaux ou plus, sont alimentées par un feeder séparé, le rapport est de 75 à 85 pour 100, donnant un facteur de diversité de 1,2 à 1,3.

Ces rapports varient un peu dans un réseau en voie de développement, le facteur de diversité tendant à décroître à mesure que les constructions se rapprochent sur le territoire desservi. Ils sont aussi quelque peu modifiés par les pertes dans les feeders et distributeurs, qui peuvent atteindre 15 à 20 pour 100.

Dans la sous-station, il y a un facteur de diversité dû à la différence de nature des charges transmises par les différents feeders. Sur les feeders de force motrice, les maxima ont lieu pendant les heures du jour, tandis que pour les feeders d'éclairage, les heures des maxima varient de 5 h 30 m du soir (éclairage des magasins) à 7 h du soir (éclairage des habitations privées). Avec la distribution triphasée, où le courant de lumière est distribué en monophasé, il y a un facteur de diversité entre les phases. Le résultat d'ensemble c'est que, dans une sous-station alimentant dix feeders ou plus, le facteur de diversité est en moyenne de 1,15.

De cette analyse on peut déduire la valeur du facteur de diversité total, entre sous-station et abonnés, pour diverses natures de charge. La Table ci-dessous reproduit les valeurs qu'on vient d'indiquer pour les facteurs de diversité partiels et donne les valeurs qu'on en déduit pour le facteur de diversité global :

	Habitations privées.	Éclairage commercial.	Force motrice clairsemée.	Grands consommateurs.
Entre sous-station et feeders	1,15	1,15	1,15	1,15
Entre feeders et transformateurs	1,8	1,25	2	1,25
Entre transformateurs et compteurs	3	1,6	1,1	»
Facteur de diversité global	6,20	2,30	2,53	1,44

Le chiffre 1,44 pour le facteur de diversité global s'appliquant aux grands consommateurs d'éclairage ou de force motrice doit s'entendre pour les installations de 100 à 500 kw. Le facteur de diversité résultant, pour les réseaux alimentant toutes ces catégories de consommateurs, doit être compris entre 2,5 et 3,5.

Exemple : Supposons un quartier d'habitations privées, assez peuplé, où la somme des demandes maxima des consommateurs pendant le mois le plus chargé de l'année soit 100 kw. Le transformateur qui servira la demande instantanée maxima de tous ces abonnés devra avoir une puissance de $\frac{100}{3} = 33,3$ kw. La capacité nécessaire pour les feeders sera de $\frac{33,3}{1,8} = 18,5$ kw. La puissance nécessaire à la sous-station sera $\frac{18,5}{1,15} = 16$ kw.

De même, la puissance nécessaire, pour un quartier d'éclairage commercial où la somme des demandes des consommateurs atteint 100 kw, sera 43,5 kw; pour la force motrice en installations clairsemées, ce sera 39,5 kw et, pour les grands consommateurs de lumière ou de force, 69,5 kw.

Cette réduction de la capacité nécessaire pour le matériel générateur et le réseau de distribution donne une réduction correspondante dans les charges fixes qui forment une grande partie des frais de production de l'énergie. En outre, la combinaison de toutes ces charges partielles influe sur les frais d'exploitation, car le facteur de charge de l'usine génératrice et du réseau est beaucoup plus élevé que celui des consommateurs qu'ils alimentent.



Il est utile de considérer aussi les choses d'une manière inverse, c'est-à-dire en prenant pour point de vue la station centrale.

S'il s'agit d'une sous-station fournissant l'éclairage aux habitations privées, la station centrale doit, pour chaque centaine de kilowatts installés à cette sous-station, fournir 620 kw en compteurs, 207 kw en transformateurs, 115 kw en feeders. Pour le service des grosses installations de lumière ou de force, la station centrale doit fournir 144 kw en compteurs et en transformateurs et 115 kw en feeders pour chaque centaine de kilowatts installés à la sous-station.

Pour les consommateurs peu importants et clairsemés, le facteur de diversité est plus élevé que celui qui correspond aux chiffres précédents. Ce genre de service demande plus de matériel et une plus grande immobilisation de capitaux que le service des quartiers peuplés.

Quoique le capital immobilisé par kilowatt soit très variable, il est intéressant de montrer comment le capital se répartit entre les diverses parties d'une distribution, dans des conditions données, qu'on peut considérer comme assez générales.

Si l'on évalue le prix moyen d'un compteur à 50 fr, les transformateurs de réseau à 35-50 fr par kilowatt, les sous-stations transformatrices et les lignes de transmission à 25 fr par kilowatt et le matériel de l'usine génératrice à 750 fr par kilowatt, le capital immobilisé se divise à peu près (pour 100) comme l'indique la Table suivante :

	FORCE MOTRICE clairsemée.	HABITATIONS clairsemées.	HABITATIONS concentrées.	ÉCLAIRAGE commercial.	GRANDS consommateurs.
Matériel générateur......	37	18,5	30	44,5	60
Ligne de transmission et sous-station	9	4,5	7,5	10,5	14
Feeders et distributeurs..	49,5	52	26	35	23
Transformateurs.........	4	4	2,5	3	3
Compteurs..............	0,5	21	34	7	négligeable.
Total...	100	100	100	100	100
Capital immobilisé par kw de demande annuelle maxima de l'usine.....	fr 2050	fr 4100	fr 2500	fr 1750	fr 1250

Ces chiffres montrent que, si l'on considère seulement la partie du prix de revient qui dépend du capital immobilisé, les consommateurs peu importants et clairsemés sont les plus dispendieux à desservir. Ce fait est dû surtout à la grande mise de fonds que nécessitent les compteurs et les câbles distributeurs.

L'éclairage commercial et la force motrice, où le facteur de diversité est plus faible et l'importance des installations desservies plus grande, demandent moins de frais d'établissement pour les compteurs et davantage pour le matériel de l'usine génératrice et de la sous-station.

P. L.

LIGNES.

Mesure des pertes dans les lignes à haute tension (1).

Il est généralement reconnu que les déperditions d'électricité dans l'air constituent le plus sérieux obstacle à l'accroissement des tensions usitées dans les lignes de transmission. Ces pertes forment autour du conducteur une gaîne lumineuse appelée, comme on sait, *corona*. L'auteur donne ici le résultat d'essais entrepris à ce sujet sur les lignes de la « Central Colorado Power Company ».

La figure 1 est un plan de la ligne. L'usine génératrice

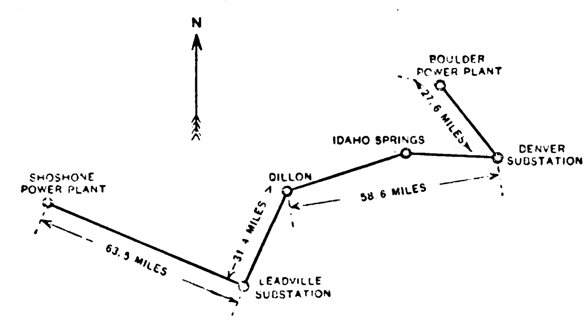


Fig. 1.

principale est située à Shoshone. Les trois conducteurs de la ligne triphasée sont dans un plan horizontal et écartés de 3,14 m les uns des autres. Les conducteurs entre Shoshone et Denver sont des câbles d'un diamètre de 8,25 mm (nº 0 B et S). De Denver à Boulder, les câbles ont un diamètre de 7,55 mm (nº 1 B et S). La longueur de la ligne est de 247 km (153,5 miles) entre Shoshone et Denver. De Denver à Boulder, il y a 44 km (27,6 miles).

L'énergie arrive à Denver de Shoshone et de Boulder, mais à l'époque des essais l'usine de Shoshone était seule en marche. Les isolateurs sont du type à suspension, avec quatre disques isolants.

La ligne atteint des altitudes très élevées; elle traverse en trois points la ligne de partage des eaux entre l'Atlantique et le Pacifique. Ces points sont respectivement aux altitudes de 3657 m, 3810 m et 4175 m. Or on sait que les pertes dans l'air croissent avec l'altitude.

De l'usine de Shoshone on mit en charge, comme le

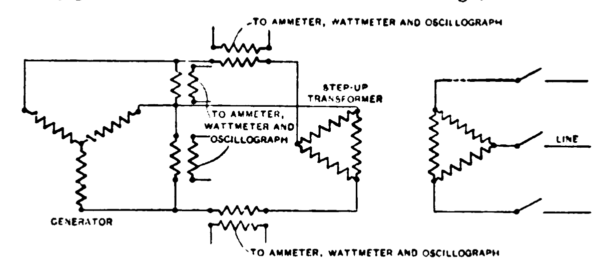


Fig. 2.

montre la figure 2, les 247 km de ligne compris entre Shoshone et Denver. La ligne était entièrement à vide.

(1) G. FACCIOLI, Communication présentée les 14-16 février 1911 à l'American Institute of Electrical Engineers (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXX, janvier 1911, p. 99-117).

La figure 3 donne la courbe des pertes en kilowatts de cette ligne triphasée en fonction de la tension entre conducteurs au départ de l'usine. On faisait varier la tension par l'excitation de l'alternateur et l'on mesurait le voltage sur le côté à basse tension des transformateurs élévateurs, de la manière suivante : d'abord les transformateurs seuls étaient reliés à l'alternateur et l'on notait les pertes dans ces transformateurs à une certaine tension; puis la ligne était branchée sur la haute tension des transformateurs et la perte mesurée au même voltage.

La différence entre les deux lectures donnait les pertes totales en ligne, c'est-à-dire la somme des pertes ohmiques, par l'air (*corona*) et par les isolateurs.

Des oscillographies prises à Shoshone montrèrent que la tension et le courant étaient pratiquement sinusoïdaux.

Dans la figure 3, la courbe A représente le courant

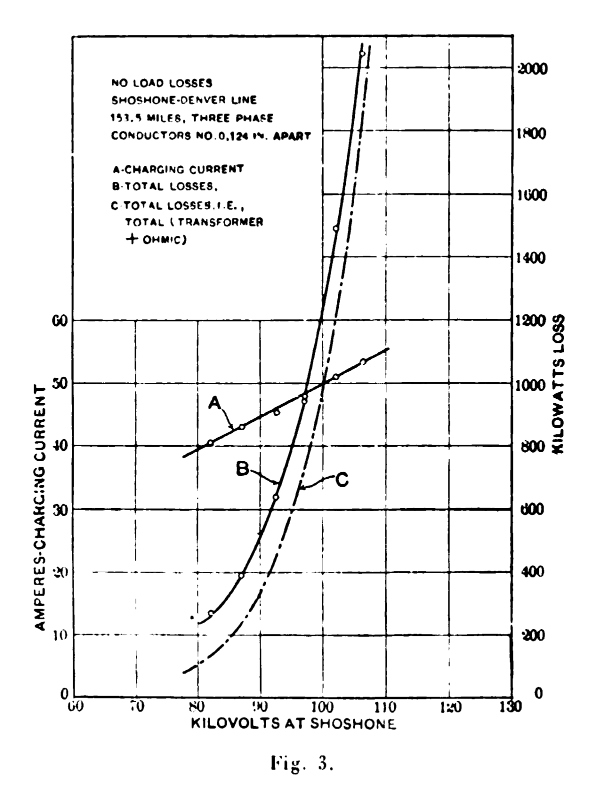


Fig. 3.

de charge de la ligne et la courbe B les pertes totales, c'est-à-dire la somme des pertes dans la ligne et dans le transformateur. La courbe C représente les pertes dans l'air et par les isolateurs; on l'a obtenue en soustrayant du total les pertes dans le transformateur et les pertes ohmiques (1).

La Table ci-après donne une idée de l'importance relative des pertes dans le transformateur et dans la ligne :

Kilovolts à Shoshone.	Pertes dans le transformateur (kilowatts).	Pertes par l'air et par les isolateurs (kilowatts).
80	24	109
90	36	341
95	43	598
100	52	1003
105	64	1623

A 100 kilovolts, tension normale du réseau, les pertes en ligne dans ces conditions sont de 1000 kilowatts. Il semble donc que l'exploitation à cette tension soit impraticable. Mais quand le réseau est chargé et en fonctionnement normal, les pertes en ligne tombent à de faibles valeurs. L'explication est simple : quand la ligne est à vide, la tension, qui est de 100 kilovolts à Shoshone, croît le long de la ligne, de sorte qu'à l'autre extrémité, à Denver, elle est de 10 pour 100 plus élevée qu'à Shoshone. Donc les 1000 kilowatts de perte qu'on mesurait quand la tension était de 100 kilovolts à Shoshone, étaient en grande partie concentrés à l'extrémité éloignée de la ligne, où la tension atteignait plus de 110 kilovolts. Pour s'en rendre compte, on débrancha à Leadville la section Leadville-Denver et l'on mesura par la méthode indiquée ci-dessus les pertes triphasées de la section Shoshone-Leadville (102 km). De cette expérience comparée avec la précédente on obtint les résultats ci-dessous :

Kilovolts à Shoshone.	Kilowatts entre Shoshone et Denver.	Kilowatts entre Shoshone et Leadville.	Différence.
80	109	10,6	98,4
90	341	37,9	303,1
100	1003	152	851

Ainsi, pour une tension de 100 kilovolts à Shoshone, une longueur de 102 km de ligne triphasée donne une perte de 150 kw; mais si l'on ajoute une seconde section de 145 km, ce qui porte la longueur totale à 247 km, les pertes deviennent 1000 kw.

Les chiffres reproduits ici sont ceux d'une mesure faite par temps humide. Une mesure faite par temps sec donna des pertes un peu moins fortes.

Ces essais ne pouvaient pas servir à déterminer la tension critique ni la loi qui relie les pertes aux kilovolts, parce que la tension au bout éloigné de la ligne est plus élevée qu'à l'usine génératrice et à cause des différences d'altitude du parcours de la ligne. C'est pour cette raison que d'autres expériences ont été effectuées sur la section Denver-Boulder. Entre Denver et Boulder la distance est de 44,4 km et la ligne se tient à une altitude moyenne de 1615 m. Les conditions d'essai furent les suivantes. On mit sous la tension normale la ligne principale de Shoshone à Denver. A Denver, la tension était abaissée de 100000 à 13200 volts et l'énergie était fournie sous cette tension aux barres à 13200 volts à Denver. L'enroulement à basse tension d'un transformateur élévateur monophasé de 2500 kw était relié à ces barres, et son enroulement à haute tension fournissait l'énergie à deux des conducteurs de la ligne triphasée Denver-Boulder. On pouvait obtenir diverses tensions en faisant varier le rapport de transformation et en utilisant différentes combinaisons de transformateurs. La figure 4 indique le montage. On voit la transposition des conducteurs de la ligne.

(1) D'après la légende en anglais jointe à la figure 3, la courbe C représenterait le total des pertes ohmiques et des pertes dans les transformateurs. C'est une faute d'impression; elle représente, comme il est dit dans le texte, la somme des pertes par *corona* et par les isolateurs.



On mesurait au moyen d'un voltmètre électrostatique la tension du troisième conducteur, non branché; elle était toujours nulle.

D'après les résultats obtenus, on construisit la courbe

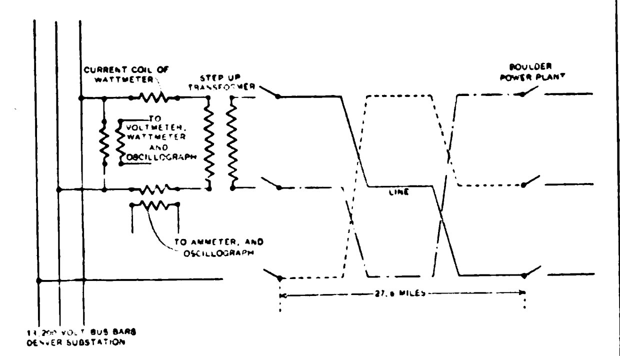


Fig. 4.

des pertes en fonction des kilovolts. Puis on chercha à la représenter par une fonction exponentielle :

$$y = A\, e^{B(x-C)},$$

y représentant les kilowatts, x les kilovolts, e la base des logarithmes népériens, A, B, C, des constantes. On trouva d'après les essais : C = 97,5 kilovolts (c'est la tension critique qui correspond au début de la loi exponentielle), B = 0,089, A = 9,5 kilowatts (c'est le chiffre des pertes à la tension critique de 97,5 kilovolts). Au-dessus de 107,5 kilovolts, la courbe des pertes change de forme et l'on trouve par différenciation qu'elle doit être représentée par une équation du second degré. Donc, entre 97,5 et 107,5 kilovolts, la loi exponentielle qui donne les kilowatts de perte (y) en fonction des kilowatts (x) est

$$y = 9{,}5\, e^{0{,}089(x-97{,}5)}.$$

Dans la figure 5, cette fonction exponentielle est représentée par la courbe en pointillé A. Les petits cercles indiquent les valeurs trouvées par les essais.

D'autre part, si l'on porte les racines carrées des kilowatts en fonction des kilovolts, on obtient une courbe dont la partie supérieure, à partir du point correspondant à 97,5 kilovolts, est une ligne droite. Cette branche de courbe peut donc se représenter par une équation du second degré

$$y = D(x - E)^2,$$

y désignant les kilowatts, x les kilovolts, E la tension obtenue en prolongeant la branche rectiligne, soit 80 kilovolts. La valeur de D s'obtient au moyen d'un point quelconque de la courbe des pertes, et l'on trouve l'équation

$$y = 0{,}0306(x - 80)^2.$$

Cette équation est représentée par la courbe B de la figure 5. Les résultats d'essais concordent fort bien avec la courbe du second degré au-dessus de 97,5 kilovolts et la fonction exponentielle paraît inutile.

On peut dans ce cas considérer comme tensions critiques celle de 97,5 kilovolts, puisque les lois de variation des pertes sont différentes au delà et en deçà de ce point et celle de 80 kilovolts, comme l'indique la fonction du second degré.

La valeur élevée des pertes par *corona* trouvées dans

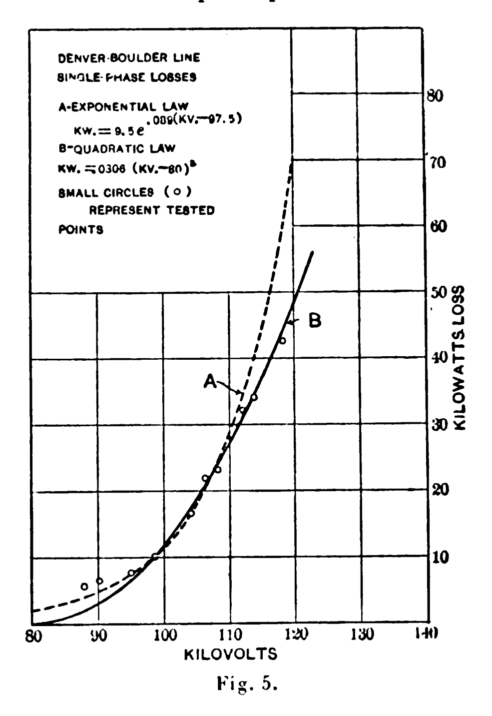


Fig. 5.

ces essais n'a qu'un intérêt théorique, puisque ces pertes n'influent pas sur les résultats économiques de l'exploitation. Ces recherches montrent néanmoins que les pertes de cette nature atteindraient des valeurs prohibitives si l'on essayait d'accroître notablement les tensions d'exploitation.

P. L.

Projet, construction et essai d'une ligne de transmission factice (1).

Sur les indications du Dr Steinmetz, on s'est proposé, au Laboratoire d'électricité de Union College, de reproduire le plus exactement possible les conditions de fonctionnement d'une ligne de transmission à haute tension, de façon à pouvoir étudier facilement au laboratoire les phénomènes qui s'y manifestent. On voulait surtout étudier les phénomènes non périodiques et autres qui sont en rapport avec les manœuvres d'interrupteurs les brusques variations de charge, etc.

Projet. — La méthode qui fut jugée la plus favorable est celle qui consiste à enrouler du fil d'un diamètre convenable sur des cylindres de verre et à doubler intérieurement ceux-ci de papier d'étain. Par le choix du diamètre du fil et du diamètre des tubes de verre, on

(1) J.-H. Cunningham, Communication présentée les 14-16 février 1911 à l'American Institute of Electrical Engineers (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXX, janvier 1911, p. 87-98.

pouvait ainsi obtenir n'importe quel rapport entre la résistance, l'inductance et la capacité.

La nécessité de se maintenir dans des limites acceptables pour le diamètre des tubes de verre conduisit à donner à chaque tube les constantes d'environ un demi-mille (800 m) de ligne. Ces constantes devaient donc avoir approximativement les valeurs suivantes : résistance, 0,25 ohm; inductance, 0,001 henry; capacité, 0,007 microfarad.

L'inductance se calcule par la formule

$$L = \frac{4\pi^2 r^2 n^2}{l \times 10^9},$$

où :

L est l'inductance en henrys;
r, le rayon de l'enroulement en centimètres;
n, le nombre des spires;
l, la longueur du solénoïde en centimètres.

La capacité est donnée par

$$C = \frac{lrk}{2d \times 9 \times 10^9},$$

où :

l est la longueur du tube en centimètres;
r, le rayon du tube en centimètres;
d, l'épaisseur du verre en centimètres;
k, le pouvoir inducteur spécifique du verre.

Après tâtonnements on s'arrêta aux dimensions suivantes : cylindre de 15 cm de diamètre, de 3,1 mm d'épaisseur, de 1,36 m de longueur, enroulé de 240 spires de fil de cuivre de 3,26 mm de diamètre. A chaque bout du tube on arrête l'enroulement à 7,5 cm de l'extrémité. Dans ces conditions les constantes d'un tube sont :

$$L = 0{,}00104 \text{ henry},$$
$$C = 0{,}00748 \text{ microfarad}.$$

On a adopté pour k la valeur de 4,5. Cette constante est assez mal déterminée.

Quant à la résistance de l'enroulement, elle est de 0,24 ohm à 20°.

Chacune de ces unités équivaut à une longueur de 0,8 km d'une ligne formée de fils de 9,26 mm de diamètre (n° 00 B et S), écartés de 1,5 à 1,8 m.

Les tubes ont été disposés dans des casiers spécialement construits, dont chacun contenait 100 tubes.

Mode de construction. — On enroule d'abord le fil sur des gabarits en bois, qui sont des cylindres de 16,8 cm de diamètre et de 1,5 m de long. On y enroule 230 tours de fil (équivalents à 240 sur les tubes de verre), puis on enlève des gabarits les solénoïdes ainsi formés. Les connexions terminales sont faites au moyen de bandes de cuivre soudées à la dernière spire.

On glisse ensuite un tube de verre dans le solénoïde, on fixe solidement à ce tube, au moyen d'un ruban de toile, la bande de cuivre qui est à une des extrémités, puis on resserre l'enroulement en faisant tourner le solénoïde (les 230 spires en fournissant alors 240) et on l'assujettit à l'autre bout par du ruban.

Le doublage intérieur en papier d'étain se faisait de la manière suivante : des feuilles de fibre de cuir vert, épaisses de 1 mm, étaient découpées en bandes de 137 cm, sur 44,4 cm. On collait sur cette fibre la feuille de papier d'étain au moyen d'une couche de vernis, en laissant longitudinalement une petite marge de façon que la feuille de papier d'étain ne pût agir comme un secondaire en court-circuit. On coupait, à intervalles de 15 cm, des fentes transversales à mi-largeur de la feuille, de chaque côté alternativement, pour empêcher la production des courants de Foucault. On soudait une petite connexion de cuivre à une extrémité de la feuille de clinquant. Puis les feuilles étaient introduites dans les tubes de verre et leurs connexions soudées à un conducteur commun.

Il faut maintenir les feuilles de papier d'étain fortement appliquées contre les tubes de verre. La fibre n'étant pas assez élastique pour s'adapter complètement à la forme du tube, on employa des segments en bronze phosphoreux. Ces segments, au nombre de trois par tube, augmentèrent considérablement la capacité électrostatique.

La ligne se compose actuellement de 400 de ces cylindres.

Constantes de la ligne. — La ligne complète a les constantes suivantes :

Capacité : 1,135 microfarad;
Inductance : 0,3944 henry;
Résistance : 93,6 ohms.

La figure 1 est le schéma de la ligne.

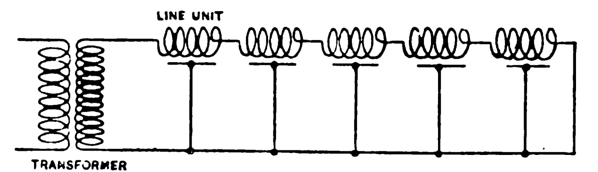


Fig. 1. — Ligne factice.

D'après ces constantes, on peut déterminer comme suit la longueur de la ligne réelle équivalente : dans un circuit à capacité et inductance réparties, la fréquence naturelle ou fréquence de résonance est donnée par la formule

$$f = \frac{1}{4\sqrt{LC}},$$

L étant l'inductance totale en henrys, C la capacité totale en farads;

$$f = \frac{1}{4\sqrt{0{,}394 \times 1{,}135 \times 10^{-6}}} = 360 \text{ p : s}.$$

La vitesse de propagation de l'onde électrique étant, comme celle de l'onde lumineuse, d'environ 300 000 km : s, la fréquence naturelle d'une ligne est donnée par l'expression

$$f = \frac{300\,000}{4l},$$

l étant la longueur de la ligne en km. Remplaçant f par sa valeur, on obtient, comme longueur de ligne équivalente, 208 km.

La résistance totale de la ligne étant 93,6 ohms, elle équivaut à 208 km d'un conducteur d'environ 7 mm de diamètre.

Essais sur la ligne factice. — On a fait trois séries d'essais: *a*, mise de la ligne sous tension; *b*, coupure de la ligne; *c*, branchement d'une portion de la ligne sur l'autre portion. La tension employée était de 2000 volts environ; l'énergie était empruntée au réseau d'éclairage de la ville.

a. Branchement de la ligne. — La figure 2 indique les

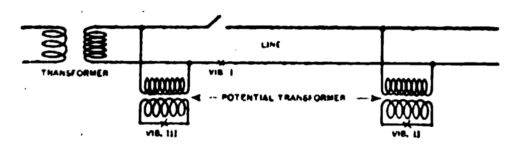
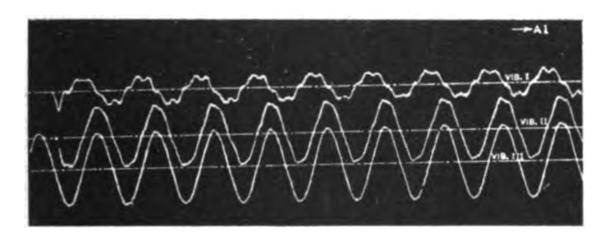


Fig. 2.

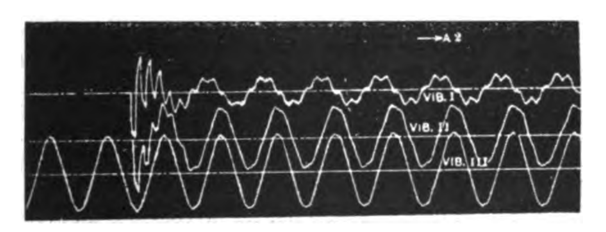
conditions de l'expérience. On mit la tension sur la ligne, où un seul appareil était branché; c'était un transformateur de potentiel de 50 watts placé à l'extrémité réceptrice. Dans toutes les oscillographies reproduites, le vibrateur I a donné la courbe du courant, le vibrateur II celle de la tension à l'extrémité réceptrice, le vibrateur III celle de la tension à l'origine de la ligne.

Dans la feuille A-1, la ligne fut branchée au moment

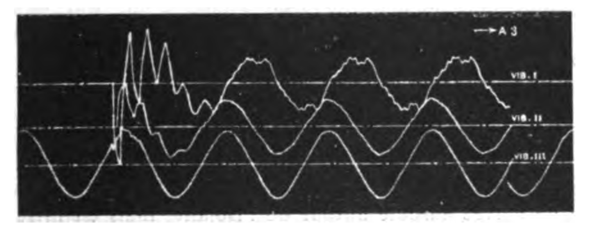
Feuille 1.



A-1.



A-2.



A-3.

où la tension était voisine de zéro, de sorte qu'il n'y eut qu'une faible surélévation de l'intensité et du voltage. Dans les feuilles A-2 et A-3, l'interrupeur fut fermé au moment où l'onde de tension passait près du maximum, et l'on obtint des surélévations considérables de la tension et du courant à l'extrémité réceptrice.

b. Débranchement de la ligne. — Ces courbes furent prises dans les conditions représentées par les schémas

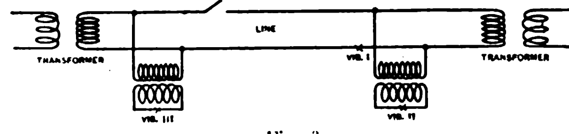


Fig. 3.

des figures 3 et 4. Dans le cas des courbes B-1 et B-2, la ligne fut ouverte à l'extrémité génératrice pendant

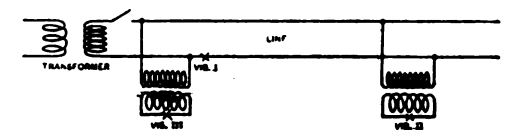
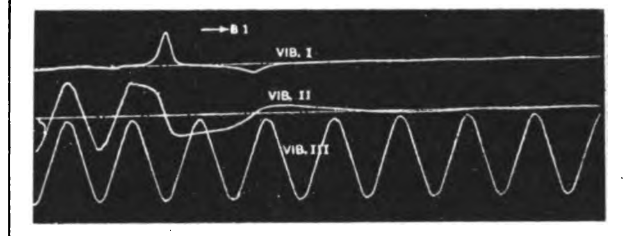


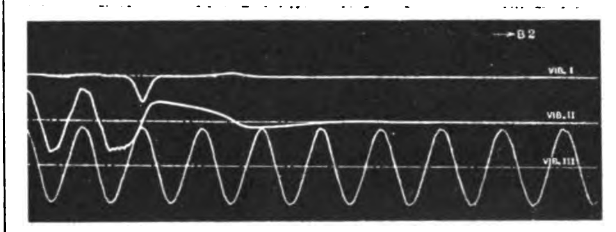
Fig. 4.

qu'elle alimentait un transformateur à l'extrémité réceptrice. Le courant fut mesuré à l'extrémité réceptrice de

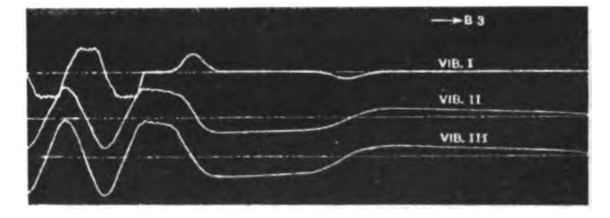
Feuille 2.



B-1.



B-2.



B-3.

la ligne. Après l'ouverture de l'interrupteur, la ligne est entièrement ouverte du côté générateur. Les feuilles montrent, avant l'ouverture de la ligne, le courant de charge du transformateur (vibrateur I), le voltage à

7....

l'extrémité génératrice (vibrateur III), et le voltage à l'extrémité réceptrice (vibrateur II). On voit les ondes à basse fréquence de tension et de courant qui se produisirent à l'ouverture de la ligne; elles sont d'amplitude décroissante et de durée de plus en plus longue.

La feuille B-3 se rapporte au cas où la ligne fut ouverte alors qu'elle n'alimentait qu'un transformateur de potentiel à l'extrémité réceptrice. Dans ce cas, le transformateur de potentiel à l'extrémité génératrice était en aval de l'interrupteur, et l'on mesurait le courant à l'extrémité

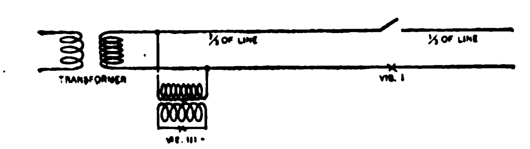
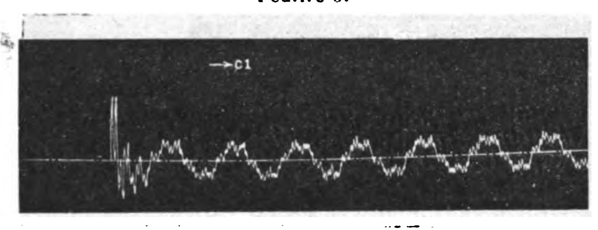


Fig. 5.

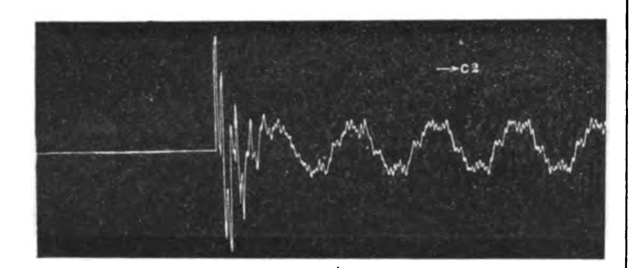
génératrice. Après le débranchement de la ligne, on a un circuit fermé formé par la ligne et les transformateurs de potentiel. Avant la coupure, les feuilles montrent le courant de charge de la ligne (vibrateur I), la tension à l'extrémité génératrice (vibrateur III), la tension à



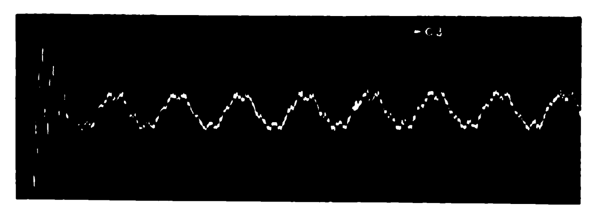
Feuille 3.



C-1.



C-2.



C-3.

l'extrémité réceptrice (vibrateur II). On voit encore ici les ondes à basse fréquence de tension et de courant après l'ouverture de la ligne.

c. Branchement d'une portion de la ligne sur l'autre portion. — Les conditions de cet essai sont représentées par la figure 5. Une longueur égale aux deux tiers de la ligne était sous tension et l'on prit des courbes du courant au moment où le troisième tiers fut branché. Dans ce cas, la ligne à l'état neutre reçut sa charge initiale de la partie chargée de la ligne et une oscillation à haute fréquence se produisit. Il est intéressant de noter la différence entre ces courbes (C-1, C-2, C-3) et les courbes du courant quand on branche la ligne entière sur un transformateur (A-1, A-2 et A-3). P. L.

Destruction d'isolant due à des champignons [1]

Un cas très curieux de destruction d'isolant a été observé par M. K. Simons, d'Iéna, sur des conducteurs électriques installés dans un bâtiment neuf. Quelques mois seulement après leur pose, ces conducteurs, logés dans des tubes de Peschel et isolés au caoutchouc, manifestaient des pertes à la terre si importantes qu'il fallut songer à leur remplacement. On remarqua que la couche isolante était attaquée de l'extérieur jusqu'au caoutchouc, qu'elle sentait le moisi, qu'elle était humide, et enfin qu'elle présentait certaines parties blanches et d'autres brunies par la rouille des tubes. Ce ton brun était particulièrement remarquable aux points où l'isolant avait été perforé par l'étincelle. Les tubes eux-mêmes renfermaient une bouillie de rouille et d'émail. Ces dégâts étaient le fait sans aucun doute de l'humidité dont l'auteur explique la présence dans les murs par la hâte qu'on avait mise à recouvrir le plâtre d'une épaisse couche de peinture à l'huile avant un séchage suffisant. Peu à peu le plâtre et l'huile s'étaient combinés en libérant de l'eau qui avait envahi les tubes de Peschel, noyés dans les murs, précisément par les fentes qui, dans l'esprit de leur inventeur, doivent servir au contraire à l'évacuation des eaux condensées dans les tubes. L'isolation était surtout défectueuse aux points où les conducteurs se trouvaient placés derrière des pierres d'albâtre qui sont éminemment hygroscopiques. Comme, après quelques mois de pose à peine, la nouvelle installation se montrait aussi défectueuse que la première, on ne pouvait plus attribuer à l'humidité seule cette rapide destruction. Et, en effet, l'analyse des câbles effectués par les mycologues du laboratoire d'Iéna révéla la présence du champignon de la moisissure, « l'Aspergillus glaucus », qui se développe surtout dans les lieux ni trop humides, ni trop secs. Guidé par ces résultats, l'auteur essaya la destruction artificielle de câbles engaînés dans des tubes de verre abondamment mouillés; la moisissure s'y développa rapidement et l'on constata en même temps une diminution sensible de la résistance d'isolement, sans toutefois arriver à faire claquer l'isolant en appliquant la tension du réseau entre l'âme de cuivre et un deuxième fil de cuivre enroulé autour de l'isolant; mais en introduisant dans le tube de l'oxyde de fer humide; la perforation eut lieu après 1 minute et demie d'application de la tension. Des câbles vierges de moisissure pouvaient

(1) K. Simons, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 20 octobre 1910, p. 1061.



supporter la même tension des semaines entières en présence d'oxyde de fer sans éprouver le moindre dommage. De ces expériences on pouvait conclure que la destruction de ces câbles devait être imputée aux trois facteurs : humidité, moisissure et rouille des tubes. Les câbles de provenances les plus diverses ont subi les mêmes attaques; ce qui prouve bien que cette maladie cryptogamique ne résultait pas d'une mauvaise fabrication de l'isolant.

Parmi les moyens susceptibles de combattre la moisissure : séchage des tubes par air chaud ou par échauffement des conducteurs en y faisant passer un courant intense, nettoyage des tubes, imprégnation de l'isolant par des substances toxiques, ou encore remplacement des fils par d'autres mieux isolés, l'auteur a choisi la méthode antiseptique. A cet effet, un câble ordinaire de 20 m de longueur, revêtu d'une armure de fil de cuivre nu pour les essais d'isolement, fut installé dans une cave et imprégné sur la moitié de sa longueur; une portion de 1 m était enfermée dans un tube de verre mouillé et le reste abandonné sans précaution spéciale. Les liquides préservateurs utilisés étaient : le sublimé à 1 pour 100; le sulfate de cuivre à 10 pour 100; l'acide carbolique (acide phénique brun) à 20 pour 100 et une émulsion de thymol à 2 pour 100. Puis le câble fut arrosé sur toute sa longueur avec des cultures d'Aspergillus. Sur la partie carbolynée seule, la moisissure ne put pas se développer; mais en replaçant un câble, ayant subi ce même traitement au carbol, dans les tubes de Peschel de l'installation, la moisissure reparut encore et toujours en plus grande abondance derrière les pierres d'albâtre.

On a essayé encore des isolants spéciaux, garantis par des brevets. L'un d'eux, d'aspect grisâtre, insensible aux acides et aux intempéries d'après les fabricants, n'a cependant pu résister à l'infection cryptogamique; mais, en le recouvrant d'un enduit rouge à base de minium, la moisissure ne s'est plus développée, même sur des câbles logés dans les tubes de Peschel. L'auteur se propose de poursuivre ces essais sur d'autres câbles, et il pense avoir rendu service aux électriciens en leur signalant les méfaits de la moisissure qui est une plaie universelle, en même temps que le remède pour la combattre.

B. K.

Lignes de transmission à très hautes tensions.

D'une communication faite en janvier dernier par MM. R. Borlase Matthews et C. T. Wilkinson à l'Institution of Electrical Engineers, de Londres, nous extrayons le Tableau suivant des transmissions de l'étranger dont la tension est d'au moins 50000 volts :

	TENSION.	PUISSANCE totale de la station.	PUISSANCE transmise.	FRÉQUENCE.	LONGUEUR de la ligne.
	volts	kilowatts	kilowatts	p : sec.	km
Animas Water Power C°, à Durange Colorado	50 000	9 000	750	60	40,2
California Gaz and Electric Corporation	55 000	14 000	2 000	60	228,4
Canadian Niagara Falls Power C°	62 500	82 500	1 250	25	24,1
Central Colorado Power C°	100 000	11 000	3 330	60	284,7 (¹)
Connecticut River Power C°	66 000	20 000	5 000	60	96,5
Edison Electric C°, Los Angeles (Californie)	75 000	20 000	1 667	50	193
Electrical Development C°, Niagara Falls	60 000	95 000	2 670	50	128
Grand Rapids Muskegon River C°	110 000	10 000	3 750	50	80
Great Falls Water Power and Toweinte C° (Rambow Falls)	102 000	21 000	1 200	50	217 (²)
Great Northen Power C°	60 000	60 000	7 500	25	22,5
Great Western Power C° (Californie)	100 000	80 000	10 000	60	283
Guanajato Power and Electric C°	60 000	6 750	1 080	60	162,5
Hydro Electric Power Commission of Ontario	110 000	27 000	2 000	25	240
Kashmir Jhelum River Plant	60 000	4 000	1 000	25	80,5
Mexican Light and Power C°	85 000	50 000	8 000	50	271,9
Michoacan Power C°	60 000	3 000	1 080	10	120,6
Pensylvania Water and Power C°	70 000	92 500	17 500	25	64 (²)
Puget Sound Power C° (Washington)	58 000	26 000	2 300	60	74
Southern Power C°	100 000	140 000	60 000	60	225
Southern Wisconsin Power C°	70 000	6 000	1 000	25	112 (²)
Stanislaus Power C° (San Francisco)	104 000	40 000	2 250	60	160,9
Taylor Falls Development (Minneapolis)	50 000	15 000	900	60	64,3
Telluride Power C° (Salt Lake)	80 000	»	»	60	176,9
Washington Water Power C°	60 000	20 000	50 000	60	418
Winnipeg General Power C°, Mannitoba Canada	60 000	22 500	2 600	60	104,5

(¹) La longueur totale des lignes alimentées est de 691^{km},8. — (²) Il y a deux lignes de cette longueur.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

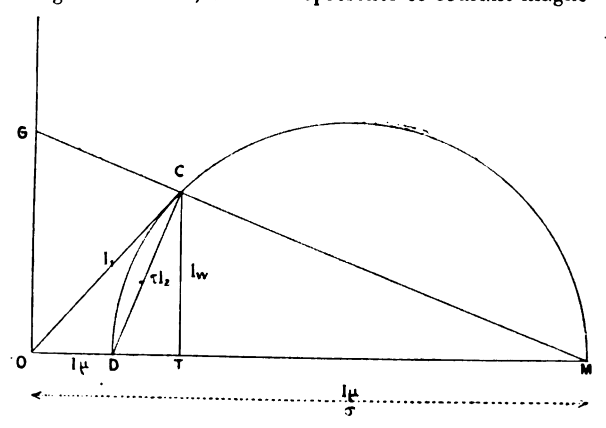
MOTEURS.

Prédétermination du glissement dans les moteurs d'induction polyphasés à rotor en court-circuit.

On emploie de plus en plus maintenant, pour des raisons d'économie de construction et de simplicité de manœuvre, des moteurs d'induction à rotor en court-circuit, sans bagues, munis de dispositifs divers de démarrage, et cela pour des puissances de plus en plus importantes.

Quand on veut étudier le fonctionnement de ces moteurs, sans effectuer des essais directs en charge, on applique le diagramme circulaire bien connu de M. Blondel [1], mais on est fort embarrassé dès qu'il s'agit de calculer le glissement correspondant à un couple ou à un courant primaire donnés, chaque fois que l'enroulement secondaire n'est pas accessible : nous nous proposons, dans ce qui suit, d'indiquer une méthode relativement simple pour effectuer cette détermination du glissement.

Le diagramme circulaire de M. Blondel est donné dans la figure suivante, où $\overline{OD}$ représente le courant magné-



tisant à vide I_μ, DCM le cercle lieu de l'extrémité du vecteur OC qui figure le courant primaire I_1, pour le fonctionnement sous tension primaire U_1 constante [2].

$\overline{OM}$ est donné par la relation

$$\overline{OM} = \frac{I_\mu}{\sigma},$$

σ étant le coefficient de dispersion du moteur.

Si l'on désigne par τ le rapport de transformation du moteur à circuit ouvert, rapport représenté par l'expression

$$\tau = \frac{k_2 n_2}{k_1 n_1 \nu_1}$$

(où k_1 et k_2, n_1 et n_2, sont respectivement les coefficients caractéristiques et les nombres de spires des bobinages primaires et secondaires et ν_1 le coefficient d'Hopkinson du primaire) : le vecteur $\overline{CD}$ représente τI_2, c'est-à-dire le courant secondaire, au facteur près τ.

D'autre part, le couple total C est figuré par la composante wattée du courant primaire $\text{CT} = I_w$, et donné exactement par la relation

$$C = \frac{p U_1}{\Omega} \overline{\text{CT}},$$

si l'on désigne par p le nombre de paires de pôles et par Ω la pulsation du courant, en négligeant l'action de la chute ohmique primaire $R_1 I_1$. Pour passer de là au couple utile, il suffit de retrancher le couple γ correspondant aux pertes, mesuré par la composante wattée du courant dans la marche à vide (composante I_p déduite d'une mesure au wattmètre).

On a ainsi pour le couple utile C_u, correspondant à un courant primaire I_1,

$$C_u = C - \gamma = \frac{p U_1}{\Omega}(I_w - I_p).$$

On sait enfin que le glissement g se déduit du segment $\overline{OG}$ découpé sur la verticale du point O par la droite MC, par la formule

$$g = \frac{1}{A} \frac{R_2}{U_1} \overline{OG},$$

dans laquelle R_2 est la résistance du secondaire et A un coefficient égal à

$$\frac{(k_2 n_2)^2 \nu_2}{(k_1 n_1)^2 \nu_1}.$$

Lorsqu'il s'agit de relever les constantes du diagramme d'un moteur à rotor en court-circuit, on peut aisément déterminer σ par le rapport du courant magnétisant à vide I_μ (déduit de l'essai à vide où, I_0 désignant le courant à vide, on a

$$I_p^2 + I_\mu^2 = I_0^2)$$

au courant de court-circuit I_c sensiblement égal à $\overline{OM}$, c'est-à-dire à $\frac{I_\mu}{\sigma}$, d'où

$$\sigma = \frac{I_\mu}{I_c};$$

mais le secondaire étant inaccessible, on ne peut mesurer ni τ, ni R_2, et par suite on est dans l'impossibilité de calculer le glissement, A et R_2 étant inconnus.

On procède alors autrement, en remarquant que le

(1) A. Blondel, *Quelques propriétés générales des champs magnétiques tournants* (*Eclairage électrique*, t. IV, p. 241, 308, 338); *Du rôle des fuites magnétiques dans les moteurs à champ tournant* (*Eclairage électrique*, t. V, p. 97, 116, 253, 296, 442, 540 et 592).

(2) *Consulter*, pour plus de détails, l'Ouvrage de l'auteur : *Machines électriques*, par A. Mauduit, Chap. VII, p. 504 et 516.

glissement ne dépend pas de la nature du bobinage secondaire, mais seulement des pertes Joule dans ce secondaire.

On sait en effet que le couple transmis au rotor est $C-\gamma$, et que la puissance transmise au rotor, soit $(C-\gamma)\frac{\Omega}{p}$, est partiellement utilisée sur l'arbre et partiellement perdue en chaleur dans ce rotor, ces deux parties étant respectivement égales à

$$(C-\gamma)(1-g)\frac{\Omega}{p} \qquad \text{et} \qquad (C-\gamma)g\frac{\Omega}{p}.$$

Si l'on connaissait la perte dans le secondaire, correspondant à un courant primaire I_1, on pourrait écrire en désignant par W_2 cette perte, égale à $R_2 I_2^2$,

(1) $$(C-\gamma)g\frac{\Omega}{p} = W_2.$$

Il suffit alors de déterminer la perte W_2, pour en déduire g, puisque tout le reste de la relation (1) est connu ou donné par le diagramme.

Or, il n'existe qu'un moyen de déterminer les pertes dans le secondaire inaccessible, c'est de faire fonctionner le moteur *calé*, sous un courant primaire I_1, et de mesurer au wattmètre la puissance absorbée par le primaire. En désignant par I'_2 le courant secondaire correspondant (qui est différent du courant I_2 en fonctionnement normal), la puissance mesurée au wattmètre W_c comprend les pertes Joule primaires et secondaires, plus les pertes dans le fer primaire, l'induction étant négligeable dans le secondaire en court-circuit. Les pertes dans le fer primaire correspondent à une induction très faible et peuvent être négligées dans une première approximation; elles peuvent d'ailleurs être mesurées en notant la tension primaire du fonctionnement en court-circuit, soit U'_1 et faisant fonctionner le moteur à vide et en vitesse sous la même tension; la dépense au wattmètre dans cet essai donnera la somme des pertes mécaniques et des pertes cherchées, et on les séparera en déterminant séparément les pertes mécaniques par un procédé quelconque (par exemple par la méthode Benischke) [1].

Ceci posé, en retranchant de la mesure au wattmètre en court-circuit W_c, cette perte dans le fer W'_f, et la perte Joule primaire $R_1 I_1^2$, calculée directement, on obtiendra la perte dans le secondaire, relative au courant I'_2, soit

$$W'_2 = W_c - W'_f - R_1 I_1^2.$$

Pour passer de la perte W'_2 à la valeur W_2, il faut calculer le rapport des courants secondaires I'_2 en court-circuit moteur arrêté et I_2 en fonctionnement normal.

Or, le diagramme donne

$$I_2 = \frac{\overline{CD}}{\tau};$$

d'autre part, en court-circuit, on peut écrire

$$I'_2 = \frac{k_1 n_1}{k_2 n_2 \nu_2} I_1 = \frac{I_1}{\dfrac{k_2 n_2 \nu_2}{k_1 n_1}} = \frac{I_1}{\nu_1 \nu_2 \tau}.$$

[1] Voir *Machines électriques*, p. 521.

Mais la définition de σ $\left(\sigma = 1 - \frac{1}{\nu_1 \nu_2}\right)$ donne, en remplaçant $\frac{1}{\nu_1\nu_2}$ par $1-\sigma$,

$$I'_2 = \frac{1-\sigma}{\tau} I_1.$$

On a donc finalement

$$W_2 = W'_2 \frac{I_2^2}{I'^2_2} = W'_2 \frac{\overline{CD}^2}{\tau^2} \frac{\tau^2}{(1-\sigma)^2 I_1^2} = \frac{W'_2}{(1-\sigma)^2}\left(\frac{\overline{CD}}{\overline{OC}}\right)^2,$$

relation qui donne W_2, en fonction de termes tous connus et par suite g, d'après la formule (1).

A. Mauduit,
Professeur à l'Institut électrotechnique de Nancy.

Sur le démarrage automatique des moteurs actionnant des pompes ou des compresseurs [1].

Dans les dernières années, l'emploi de la commande électrique des pompes et compresseurs a pris une grande importance, plus spécialement en ce qui concerne les pompes centrifuges et les turbo-compresseurs.

En général, la quantité de liquide ou d'air à élever à une certaine pression n'est pas constante et il en résulte une certaine variation de la puissance du moteur. Cette variation de puissance peut être obtenue par une modification du nombre de tours, quand le moteur est alimenté à courant continu, par variation d'excitation; les moteurs monophasés à collecteur permettent également une modification de leur vitessse de rotation. Mais cette variation de vitesse n'est possible que dans le cas où ces moteurs commandent des pompes ou compresseurs à piston; il n'en est plus de même si l'on emploie des pompes centrifuges (ou turbo-compresseurs); pour ce dernier groupe de machines, la modification de la vitesse a pour résultat de faire varier non seulement la quantité de liquide ou d'air, mais encore de faire varier la pression dans des proportions considérables ainsi que la puissance absorbée. En général, la pression doit être maintenue constante et, pour faire varier le débit, on est conduit à employer une vanne étranglant plus ou moins la conduite de refoulement; cette disposition a l'inconvénient de diminuer le rendement et de nécessiter une certaine surveillance; il sera donc préférable de laisser travailler les machines à plein débit et de les arrêter pour les remettre en marche automatiquement dès que le besoin s'en fait sentir.

La pression manométrique totale que doit fournir le compresseur ou la pompe est égale à la pression (ou hauteur) utile h_g additionnée avec la pression résultant des pertes de charge h_r. Au démarrage de la pompe, la conduite de refoulement complètement ouverte, il faut encore ajouter la pression nécessaire à l'accélération de la colonne de liquide, de sorte que la pression totale à développer est égale à

$$H = h_g + h_r + h_b.$$

[1] L. Weil, *Elektrotechnik und Maschinenbau*, t. XXVIII, 21 et 28 août 1910, p. 706 et 725.

7.....

h_b étant la pression nécessaire pour l'accélération. La puissance nécessaire sur l'arbre de la pompe est proportionnelle à H, il est possible de déterminer approximativement cette puissance de la façon suivante :

Si la pompe élève par seconde un volume de liquide égal à Q, par une conduite de section F, la vitesse du liquide est égale à

$$c = \frac{Q}{F},$$

l'énergie d'écoulement dans cette conduite de longueur L est donnée, en désignant par γ le poids spécifique, par la relation

$$E = \frac{LF\gamma}{g}\frac{c^2}{2};$$

au démarrage il faut communiquer cette énergie à la colonne d'eau à l'aide d'une augmentation de pression.

Les mouvements qui se produisent au démarrage de la colonne d'eau sont oscillatoires, leur étude analytique est très compliquée et l'auteur fait une étude simplifiée du démarrage de la veine liquide.

On a d'une manière générale

$$(1) \qquad A = \int p\,dt = \int m\,dv,$$

la masse m de la veine liquide est égale à

$$(2) \qquad m = \frac{LF\gamma}{g}.$$

La pression h_b, ou la force p, croît proportionnellement au temps, l'auteur admet que p croît comme le carré

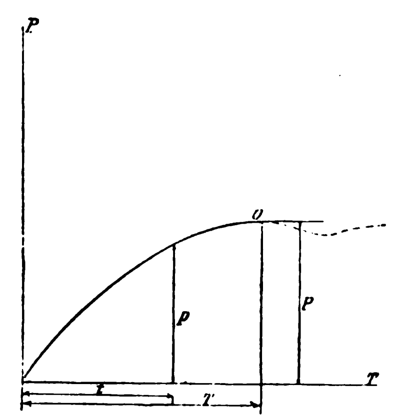


Fig. 1. — Courbe des variations de la pression h_b en fonction du temps T.

du temps d'après la courbe de la figure 1, on a alors

$$(3) \qquad \frac{t^2}{T^2} = \frac{P-p}{P}, \qquad \text{d'où} \qquad p = P - \frac{P}{T^2}t^2.$$

Si nous introduisons cette valeur de p dans (1) il vient

$$(4) \qquad P\int_{t=0}^{t=T} dt - \frac{P}{T^2}\int_{t=0}^{t=T} t^2\,dt = \int_{v=0}^{v=c} m\,dv,$$

d'où

$$(5) \qquad PT - \frac{PT}{3} = mc$$

et

$$(6) \qquad P = \frac{3}{2}\frac{mc}{T},$$

ou, en introduisant la valeur de m,

$$(7) \qquad P = \frac{3}{2}\frac{L\gamma cF}{gT},$$

ou par unité de surface

$$(8) \qquad P_0 = \frac{P}{F} = \frac{3}{2}\frac{L\gamma c}{gT};$$

en remarquant que $\gamma h_b = P_0$, il vient

$$(9) \qquad h_b = \frac{3Lc}{2gT},$$

et la puissance nécessaire sur l'arbre de la pompe est augmentée de

$$(10) \qquad A_b = \frac{Q\frac{3}{2}\frac{Lc}{gT}\gamma}{\eta . 75}.$$

Il ressort de la formule (9) que l'augmentation de pression est directement proportionnelle à la longueur de la

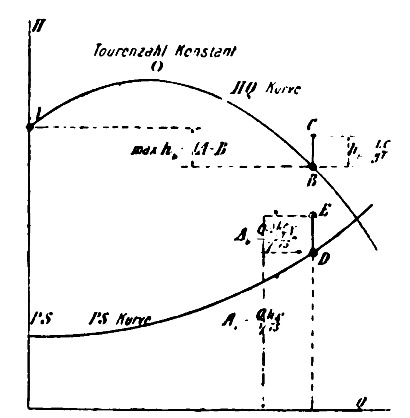


Fig. 2. — Diagramme normal d'une pompe centrifuge (courbe HQ).

conduite et inversement proportionnelle au temps employé à l'accélération de la colonne liquide.

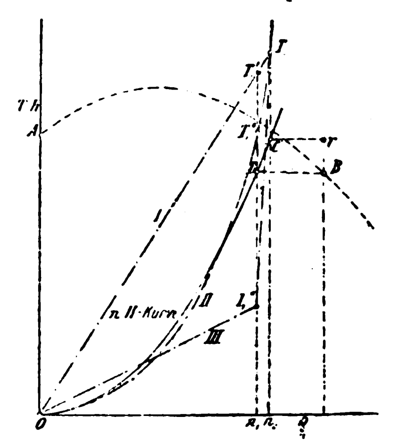


Fig. 3. — Diagrammes des variations de pression avec la vitesse.

La figure 2 donne le diagramme normal d'une pompe centrifuge, la caractéristique (courbe HQ) a la forme d'une

parabole; si la conduite de refoulement est fermée, la pompe donne une pression figurée par le point A, cette pression monte avec le débit jusqu'au point O, elle diminue ensuite. Si nous admettons que le point B corresponde à la marche normale, ou démarrage avec conduite pleine, il faut que la pompe produise une pression supplé-

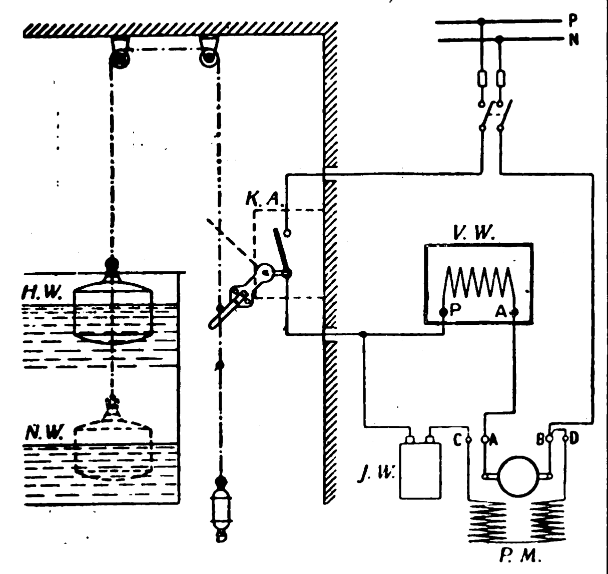


Fig. 4. — Culbuteur et démarreur automatiques pour moteurs de 2 à 5 chevaux actionnant des pompes ou des compresseurs.

mentaire h_b et pour que l'amorçage se produise il est nécessaire qu'on ait

$$B + h_b < A.$$

La figure 3 montre la variation de pression avec la vitesse, et il est facile de se rendre compte que la seule partie intéressante de la courbe (I, II, III) est celle située entre

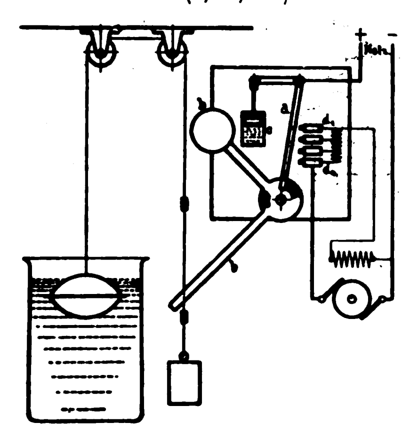


Fig. 5. — Culbuteur et démarreur à levier *a* dont le mouvement est amorti par le cylindre à glycérine *c*.

n_1 et n_2, correspondant aux points B et C de la figure 2. A l'aide de ces courbes on voit que le démarrage suivant une droite (courbe I) donne un temps beaucoup trop court pour l'accélération de la colonne liquide et qu'il est préférable de réaliser une courbe d'augmentation de vitesse suivant II ou III, la fatigue de la conduite étant beaucoup plus faible.

Les appareils de démarrage automatique sont exécutés dans leur forme la plus simple connue :

1° Culbuteur et démarreur. — La figure 4 montre clairement ce système applicable seulement aux moteurs de petite puissance, de deux à cinq chevaux; la figure 5

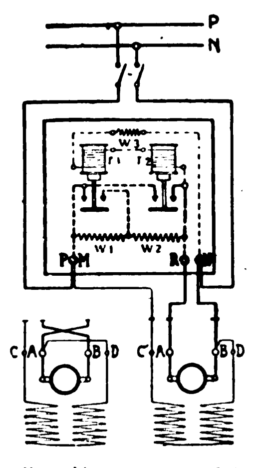


Fig. 6. — Schéma d'un démarreur à relais consistant en solénoïdes r_1 et r_2, traversés par le courant de démarrage et court-circuitant successivement les résistances w_1 et w_2.

montre un dispositif un peu plus complet : *a* est un levier servant de contact dont le mouvement est amorti par un cylindre à glycérine *c*, ce levier court-circuite successivement les différentes parties du rhéostat $d_1 d_4$; au retour le cylindre à glycérine n'agit pas, de sorte que la rupture est brusque.

2° Démarreurs a relais. — Ils consistent essentiellement en une série de solénoïdes parcourus par le courant de démarrage et qui ferment progressivement les différents degrés de la résistance. La figure 6 représente la solu-

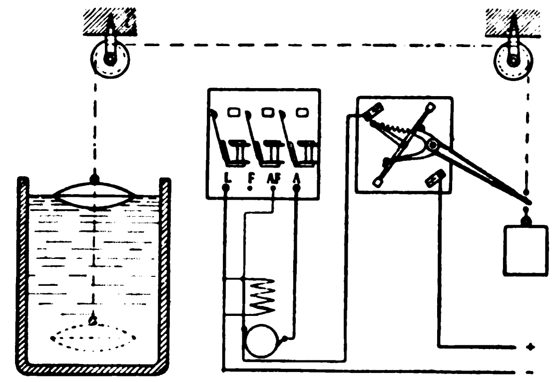


Fig. 7. — Autre dispositif de démarreur à relais.

tion la plus simple : le flotteur ou le basculeur ferme l'interrupteur principal, le moteur démarre, sa vitesse augmente jusqu'à ce que le relais r_1 par son fonctionnement court-circuite la résistance w_1; la tension augmentant aux bornes du relais r_2, ce dernier fonctionne à son tour

et le moteur se trouve alimenté sous la pleine tension. La

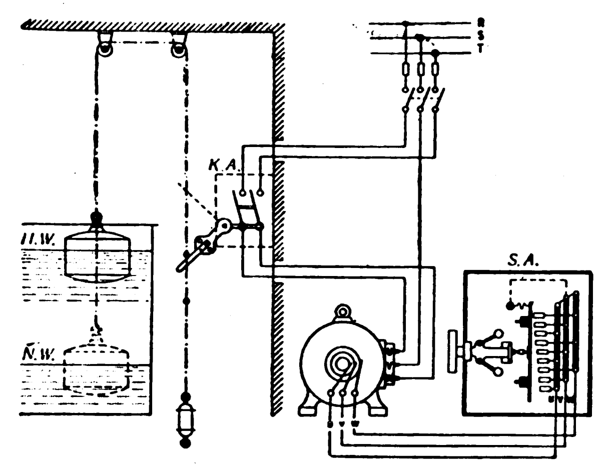


Fig. 8. — Schéma d'un démarreur commandé par un régulateur à force centrifuge.

figure 7 montre une autre disposition dont le fonctionnement est identique.

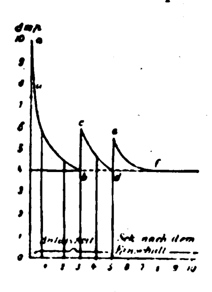


Fig. 9.

3° Démarreur a commande mécanique. — A cette catégorie appartient le démarreur à force centrifuge. Il consiste en un système de contacts et d'un régulateur à force centrifuge commandé par courroie ; la figure 8 montre ce dispositif pour un moteur triphasé.

4° Démarreur a résistances variables automatiquement. — Ces résistances sont constituées par un fil de fer très fin placé dans une ampoule remplie d'hydro-

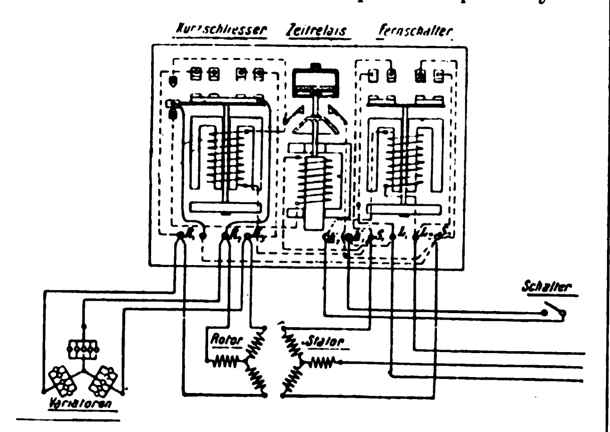


Fig. 10. — Schéma d'un démarreur à résistances en fil de fer pour courants triphasés.

gène, la forme extérieure rappelle la lampe à incandescence. Ce fil a la propriété d'augmenter considérablement de résistance avec la température, la figure 9 montre la variation du courant de démarrage, et la figure 10 le schéma d'installation du démarreur pour courant triphasé.

5° Démarreur a commande par électro ou moteur auxiliaire. — La figure 11 montre clairement la disposition ci-dessous appliquée à un moteur shunt, la durée

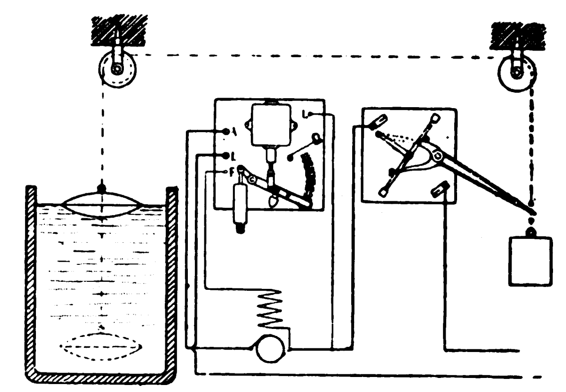


Fig. 11. — Même dispositif qu'en figure 10, mais appliqué à un moteur shunt.

du démarrage est réglée par un amortisseur convenable, pouvant être un cylindre à glycérine ou un moulinet commandé par engrenages et n'agissant pas à la rupture.

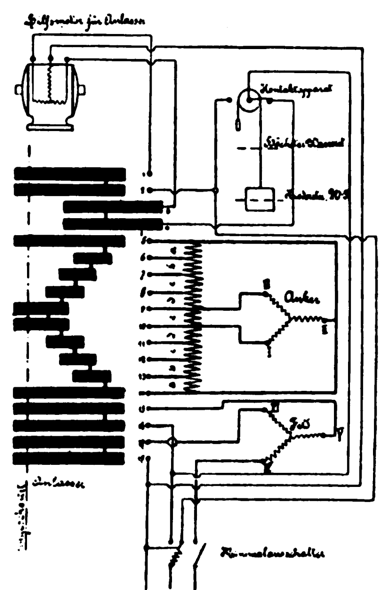


Fig. 12. — Démarreur commandé par moteur auxiliaire ou électro. Application à un moteur triphasé. — Hilfsmotor für Anlasser : moteur auxiliaire pour démarreur ; Kontaktapparat : contacteur; Höchster Wasserstand : niveau le plus élevé de l'eau; Niederster Wasserstand : niveau le plus bas; Anker : rotor; Feld : stator.

Dans le cas où il s'agit de faire démarrer un moteur triphasé, le commutateur est actionné par un petit moteur d'induction; la figure 12 montre cette disposition avec commande par contact à flotteur.

E. B.

CHAUFFAGE ET ÉCLAIRAGE.

CHAUFFAGE.

Matières pour résistances de fours électriques (1).

Le choix des matières pouvant servir à constituer des résistances de fours n'est pas très grand. En pratique, on emploie principalement le fil de nickel pur, le platine et le charbon; toutes les autres matières n'ont qu'une valeur secondaire. La substance la plus simple et la plus économique est le fil de nickel de qualité la plus pure. Malheureusement la température qu'on peut atteindre avec lui est limitée. Le nickel pur fond, en effet, à 1484° C. De plus, il n'est pas possible de le maintenir longtemps à 1000° C., car le nickel absorbe de l'oxygène bien avant sa fusion et il s'allie avec l'oxyde de nickel formé. La résistance du corps de chauffage croît alors jusqu'à 23 pour 100 et, ce qui est plus grave, le fil se rompt au moindre effort. Pour ces raisons, le nickel n'est guère employé que jusqu'à 600° C. et sert alors pour les appareils domestiques de cuisine et de chauffage ainsi que dans les laboratoires (étuves, etc.). Les figures indiquent les constructions les plus employées. La figure 1 montre la disposition employée avec grand succès par la maison Elektra. Les fils de chauffage sont enveloppés d'une couche d'émail et ensuite scellés dans un corps métallique. La disposition est très avantageuse parce que la transmission de chaleur est favorisée par la grande pression qu'exerce le métal coulé. Les appareils prennent une intensité initiale élevée. Le fil de nickel étant noyé dans la masse métallique, sa température et par suite sa résistance sont moins élevées que lorsque l'équilibre est atteint; l'intensité est donc plus élevée que normalement pendant la période d'échauffement. Le corps de chauffage peut être uni ou muni d'ailettes, suivant les applications. Pendant l'échauffement, il peut arriver qu'en certains points la transmission de chaleur ne se fasse pas normalement; il en résulte qu'en ces points, le fil peut atteindre une température élevée et fondre. C'est un inconvénient qu'on rencontre dans beaucoup de systèmes. On y remédie, dans plusieurs types modernes, en ne laissant le fil en contact immédiat avec le corps de chauffage qu'en peu de points, la transmission de chaleur se faisant seulement par rayonnement. La figure 2 représente le système de l'auteur. Le fil chaud est ondulé et introduit dans des tubes minces en quartz. Il n'y a qu'aux points d'appui que le fil est en contact avec son enveloppe; partout ailleurs il est à l'air libre. Lorsqu'on envoie le courant, le fil est porté à sa température finale en peu d'instants. L'intensité ne dépasse pas sensiblement sa valeur normale, contrairement à ce qui se passe dans le cas précédent. Les tubes de quartz ont, en outre, la propriété de laisser passer facilement les rayons calorifiques, de sorte que la température du corps chaud reste relativement basse ainsi que celle du fil.

Le même principe avait été appliqué antérieurement par Helberger, qui se servait de fil de platine (*fig.* 3), le corps de chauffage étant en lardite (variété de stéatite). Le platine a cet avantage que la différence de température entre le fil chaud et la surface de chauffage peut être très élevée, ce qui augmente l'effet utile. Par contre, la lardite transmet plus difficilement la chaleur que le quartz, de sorte que ce système reste équivalent au précédent.

Les corps chauffants de la fabrique Prometheus utilisent le transport de chaleur par conductibilité, avec le platine comme résistance. Sur une plaque de mica est appliquée une bande en bronze de platine (*fig.* 4).

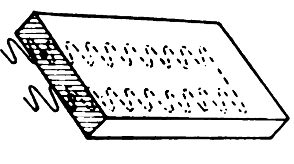


Fig. 1.

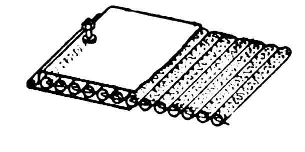
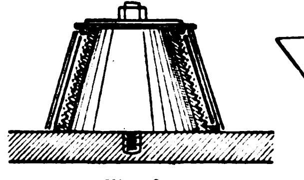


Fig. 2.



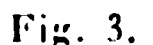


Fig. 3.

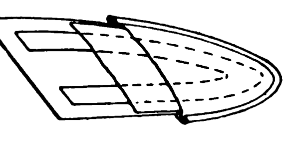


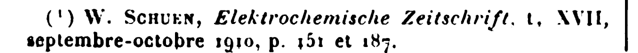
Fig. 4.

Cette plaque de chauffage est comprimée entre deux plaques de mica par une enveloppe en tôle de fer. Le corps chaud doit être appuyé fortement par des plaques recouvrantes contre la paroi à chauffer.

Dans les laboratoires et dans l'industrie ces procédés sont d'importance plus ou moins secondaire. Il faut, en effet, produire des fusions ou atteindre rapidement une température élevée dans un espace fermé. Les substances qu'on peut alors employer sont peu nombreuses : le nickel fond à trop basse température, les fours à platine nécessitent un trop long temps de chauffage. On doit alors employer le charbon. Dans les fours à résistance de Borchers on dispose comme résistance un charbon de lampe à arc entre deux électrodes de charbon. Dans un autre système, sous forme de matière en petits grains nommée *kryptol*, le charbon est également employé et constitue une matière de résistance très connue et appréciée. Dans le commerce, on trouve aussi sous le nom de *résistol* une matière de résistance qui est du charbon en petits grains.

L'appareil de chauffage le plus convenable est celui qui réalise les conditions suivantes :

1° Une différence de température aussi grande que



(1) W. SCHUEN, *Elektrochemische Zeitschrift*, t. XVII, septembre-octobre 1910, p. 151 et 187.

possible entre le corps chaud et le milieu à chauffer;

2° La meilleure transmission de la chaleur dégagée;

3° Le meilleur isolement au point de vue de la conductibilité calorifique.

Le kryptol réalise le premier point, puisqu'il atteint une température voisine de 3000° C. à condition de ne pas avoir d'impuretés. Celles-ci peuvent provenir des parois du four ou d'oxydes.

En ce qui concerne le deuxième point, la transmission de chaleur se fait aussi bien par rayonnement que par conductibilité calorifique. Le creuset ou la paroi du four doit être un bon conducteur de la chaleur ou être transparent pour les rayons calorifiques. Ces deux conditions sont réalisées si l'on peut employer le quartz pour les parois du four. Cependant un deuxième facteur est encore à considérer. Le kryptol lui-même est un mauvais conducteur de la chaleur et ne laisse pas passer les rayons calorifiques, car cette substance est du charbon.

Il en résulte qu'on ne doit employer le kryptol qu'en couches minces. Si les couches sont trop épaisses, les parties internes s'échauffent jusqu'à la volatilisation, et la transmission de chaleur jusqu'au milieu à échauffer ne se produit pas.

La troisième condition est la plus difficile à réaliser avec le chauffage au kryptol. Dans la figure 5, par

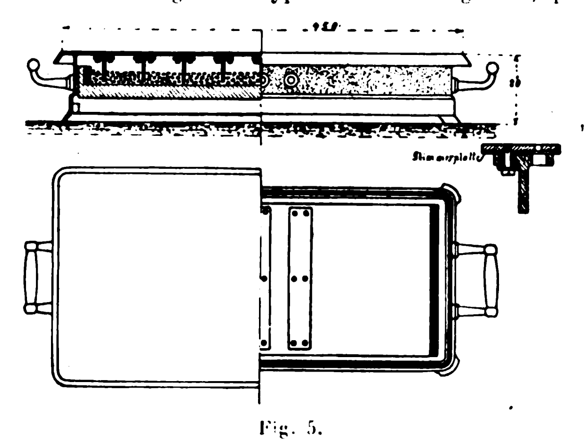


Fig. 5.

exemple, l'appareil est construit de la façon suivante : Entre deux électrodes en charbon, sur une plaque de porcelaine, on place une couche mince de kryptol; pardessus, on dispose une plaque de fonte. Celle-ci ne doit pas être en contact direct avec le kryptol, car il en résulterait un court-circuit; on interpose alors des nervures en cuivre, et l'on isole à l'aide d'une plaque de mica (Glimmerplatte). Pour empêcher les déperditions de chaleur à l'extérieur, c'est l'air interposé entre la plaque de fonte du fond et la plaque de garde qui sert d'isolant. L'introduction directe dans le kryptol des ustensiles de cuisine a donné lieu à des inconvénients qui ont été très défavorables au procédé lui-même. Non seulement les ustensiles étaient salis extérieurement, mais encore la grande surface rayonnante provoquait un mauvais rendement de l'appareil.

Dans les fours à tubes ou à moufle, la température doit être si élevée qu'on ne peut employer le nickel. Le platine nécessite l'emploi, comme tube de chauffage, d'une porcelaine assez vitrifiée pour avoir la même dilatation, et l'on a alors l'inconvénient de cassures du tube par un échauffement rapide. Le kryptol n'a pas cet inconvénient.

L'emploi des tubes de quartz, récemment réalisé, constitue un facteur important. Ils ne peuvent être employés avec les résistances de platine à cause des différences dans la dilatation; mais ils le sont avantageusement avec le kryptol. La figure 6 montre un four

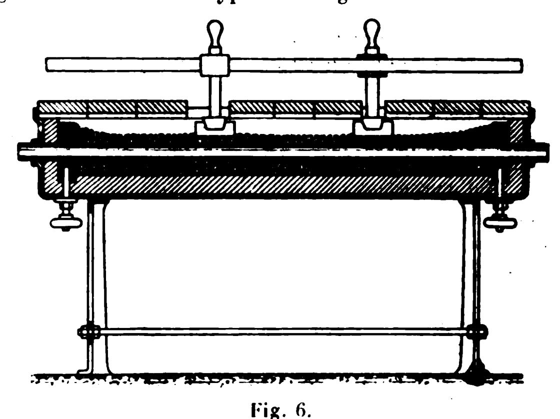


Fig. 6.

à tube de ce système approprié aux températures allant jusqu'à 1000° C. environ. Autour d'un tube de quartz, on dispose une couche de kryptol entre deux électrodes. Une paroi de porcelaine assure l'isolement calorifique.

Ce four est simple et commode, mais la surface rayonnante est très grande et le pouvoir absorbant de l'argile élève encore la perte. Le four de la figure 7 évite

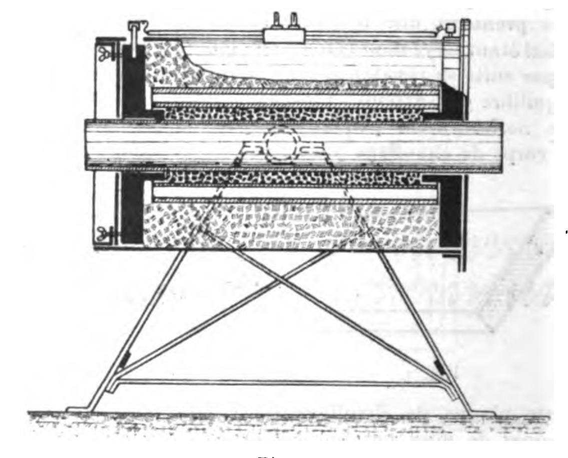


Fig. 7.

cet inconvénient. La couche de kryptol, disposée entre deux électrodes de charbon, entoure le tube de quartz. On évite les déperditions de chaleur par la paroi mince d'un deuxième tube de quartz qui est entouré de magnésie ou de kaolin afin d'éviter le rayonnement. Une couche d'air s'oppose aux pertes par conductibilité. Enfin, une dernière protection est donnée par une couche épaisse de kieselguhr ou de scorie. Tout le système peut tourner sur son support. L'appareil utilise ainsi très bien la chaleur

qui traverse le tube, en grande partie par conductibilité et en partie par rayonnement, et qui agit sur la matière à chauffer.

La figure 8 représente le même four disposé verticalement et approprié à la fusion en creuset. Celui-ci est supporté par un bloc de charbon. Cette disposition permet

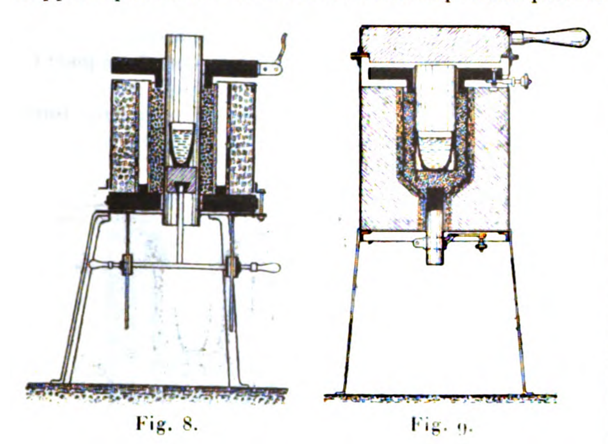


Fig. 8. Fig. 9.

de sortir rapidement la matière fondue sans refroidir le four, ce qui est important pour le traitement des alliages. Elle est également avantageuse pour la trempe des petits outils en acier (fraises, etc.). On place dans le tube un autre tube de quartz à paroi mince, muni d'un fond et dans lequel on fond un mélange de chlorures de potassium et de sodium. Ce mélange n'attaque pas le quartz, même à l'état fondu.

Lorsqu'il s'agit de petits creusets, la disposition de la figure 9 convient mieux. Un creuset en quartz est entouré de kryptol et le courant est amené comme précédemment. Le creuset de fusion est séparé, ce qui occasionne une dépense de courant un peu plus élevée, mais on a une plus grande solidité et le travail est plus propre.

Le four de la figure 10, permet de chauffer, en même

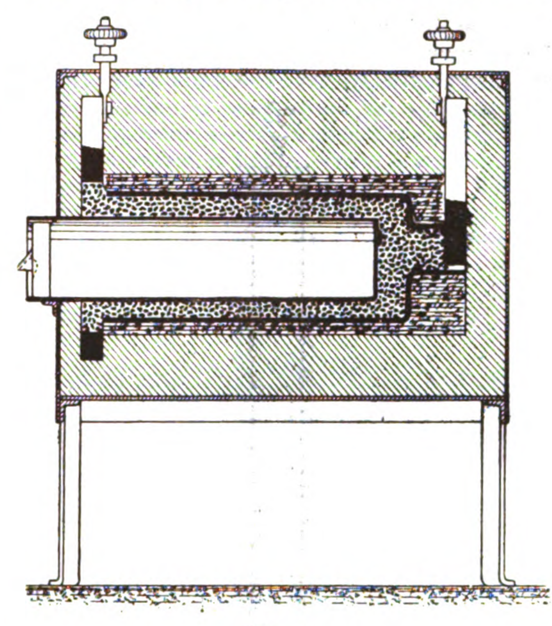


Fig. 10.

temps et rapidement, toute une série de creusets. C'est un four électrique à moufle en quartz. On perd moins de chaleur avec ce four qu'avec les fours à tubes. Au besoin même on diminue encore la perte en bouchant l'ouverture à l'aide d'une plaque de quartz.

Pour les travaux à effectuer au four électrique, il est souvent nécessaire de régler le courant à l'aide de résistances. La figure 11 montre une résistance particulière-

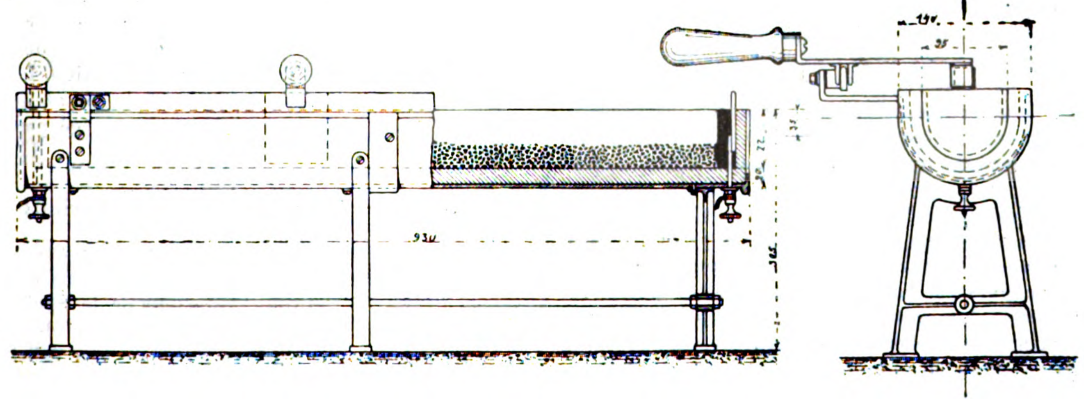


Fig. 11.

rement pratique pour laboratoires; c'est une résistance en kryptol; on la règle, comme le montre la figure, par déplacement du contact, par la pression de celui-ci et par variation de la section.

Un défaut sensible du chauffage au kryptol est la combustibilité de la matière qui sert de résistance. En employant la matière en grains, de l'air est interposé. Aux hautes températures, cet air brûle une certaine quantité de charbon, après quoi le reste de la matière se trouve protégé par le gaz réducteur formé. Mais, à chaque refroidissement, une certaine quantité d'air frais est aspiré et une nouvelle partie du charbon brûle à chaque échauffement.

On atténue beaucoup cet inconvénient en disposant

la matière aussi serrée que possible et en diminuant les espaces nuisibles et les surfaces de contact avec l'air. Il faut éviter soigneusement toute action de ventilation à l'intérieur de la matière.

La question a moins d'importance dans les fours à basse température tel que celui de la figure 12. L'élé-

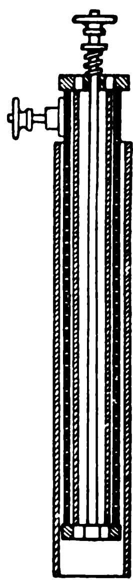


Fig. 12.

ment de chauffage consiste ici en tubes courts de charbon ayant environ 5 mm de longueur, 10 mm de diamètre intérieur et 15 mm de diamètre extérieur. Ces tubes sont disposés entre deux tubes de quartz. Le contact est assuré à l'aide d'un boulon traversant l'élément et terminé par une pièce de contact en forme d'étoile. Le bon contact des tubes unitaires entre eux est assuré par un ressort qui prend appui sur la baguette intérieure et sur l'anneau de charbon supérieur.

Comme matière non combustible pouvant servir à la fabrication de résistances de chauffage, on peut citer les corps chauds en silundum de la fabrique Prometheus. Le silundum est du carborundum et, comme tel, il n'est pas complètement incombustible, mais il reste passif en présence de l'oxygène de l'air jusqu'à une température supérieure à 1000° C. L'inconvénient de cette matière est son prix élevé de fabrication. On prépare actuellement cette matière en chauffant fortement des corps en charbon dans un mélange de sable et de poudre de carborundum. Les pièces en charbon se recouvrent d'une couche de carborundum. Après éloignement du charbon en excès, il reste des corps de résistance composés de carborundum. Cependant, par ce procédé, on ne réussit pas à obtenir des corps de chauffage à parois épaisses; les cristaux de carborundum formé deviennent trop gros et la solidité mécanique est très faible. Une autre voie conduit plus rapidement et plus économiquement au but. Pour cela, on pétrit de la poudre de carborundum avec un peu de lessive de potasse ou de soude, de façon à avoir une pâte à laquelle on donne la forme désirée. On sèche cette pâte, et on la chauffe avec précaution jusqu'à 1000° C. On obtient ainsi des corps de chauffage de grande solidité. Pour les réunir aux électrodes en fer, on les cimente avec de la matière non cuite, et l'on chauffe au rouge, en faisant passer le courant. Les appareils de chauffage ainsi préparés se comportent très bien jusqu'à des températures de 1200° C. Pour des températures plus élevées, il convient de remplacer les électrodes en fer par des électrodes en charbon.

La figure 13 montre un tel corps de chauffage pour fer à repasser.

Entre deux plaques en fer forgé on comprime fortement le mélange de carborundum et de soude, et la masse est chauffée au rouge dans de la poudre de charbon par le passage du courant. Les variations de courant n'ont pas d'influence sur la solidité.

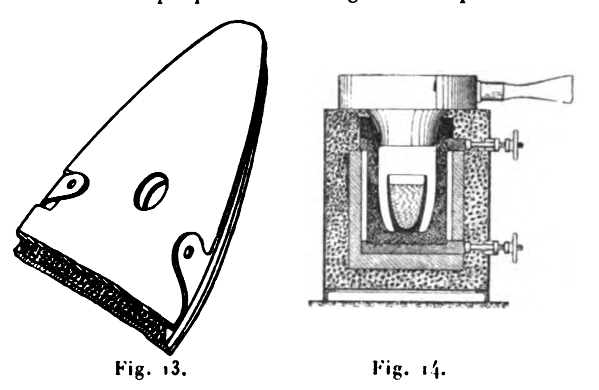


Fig. 13. Fig. 14.

Le petit four à creuset de la figure 14 est également avantageux. Entre deux électrodes de fer est disposé le corps de chauffage en carborundum mélangé de soude et chauffé au rouge. La liaison avec les électrodes se fait avec cette même matière non cuite, et l'on chauffe le tout à 1000° C. environ dans de la poudre de charbon. Les électrodes de fer adhèrent ainsi très bien au corps de chauffage. L'anneau de charbon disposé au-dessus sert à protéger l'électrode supérieure en fer contre l'oxydation. Le four joint aux avantages des corps chauds en silundum celui d'une fabrication facile. Il peut être construit aisément dans tous les ateliers mécaniques, d'autant mieux qu'il n'est protégé par aucun brevet. L. J.

Grillage des velours par l'électricité.

L'application de l'électricité au grillage des tissus a déjà été signalée dans ces colonnes [1]. Dans un récent article [2], M. L. Petitalot, directeur de la Société anonyme Electro-Textile, décrit une application de ce genre faite récemment par cette société dans une fabrique de velours.

L'appareil utilisé dans cette application est représenté par les figures 1 et 2. Le grillage est réalisé par des barres métalliques A portées à haute température par un courant d'intensité convenable. La largeur de l'ensemble de ces

(1) *La Revue électrique*, t. XI, 28 février 1909, p. 154.

(2) Louis PETITALOT, *Application de l'électricité au grillage des velours* (*Bulletin technologique des Écoles nationales d'Arts et Métiers*, octobre 1910, p. 1407 à 1421).

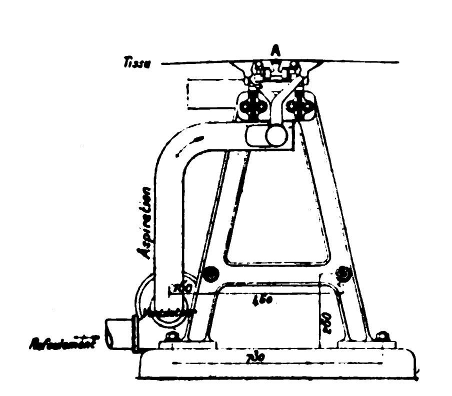
barres est de 3 cm. L'ensemble de l'appareil est analogue à celui des grilleurs à plaques de tôle chauffées au coke qu'il est destiné à remplacer.

Un dispositif d'aspiration permet d'enlever toutes les fumées et poussières produites par la combustion; un brossage mécanique du tissu est cependant nécessaire pour se débarrasser des poussières restant dans le tissu même, mais ce brossage est plus rapide que celui qu'exige le grillage ordinaire sur plaques de tôle.

Les essais faits avec cet appareil ont montré qu'il est beaucoup plus économique qu'un grilleur à plaques fournissant le même travail. Avec ce dernier, la dépense annuelle de charbon, pour 300 jours de 10 heures, s'élève en effet à 7825 fr, ce charbon étant compté à 35 fr la tonne; si l'on ajoute à cette dépense celles d'entretien, et de renouvellement des plaques, on arrive à un total de 9500 fr. Or, un grilleur électrique ne coûte que 5120 fr par an, dont 4320 fr pour l'énergie électrique comptée à 0,08 fr le kilowatt-heure.

Le grillage électrique présente d'ailleurs d'autres avantages. La chaleur étant mieux utilisée que dans le grillage au charbon, la température des salles de grillage est beaucoup moins élevée. De plus, il n'y a plus dans ces salles, ni poussières, ni fumées. Enfin, la mise en fonction d'un grilleur électrique ne demande que 2 à 3 minutes, alors qu'un grilleur à charbon exige 1,5 à 2 heures.

Les opérations du grillage étant très nombreuses dans 3 et 4 grillages comprenant parfois plusieurs passages sur les grilleurs, cette nouvelle application du chauffage électrique semble devoir prendre de l'extension.



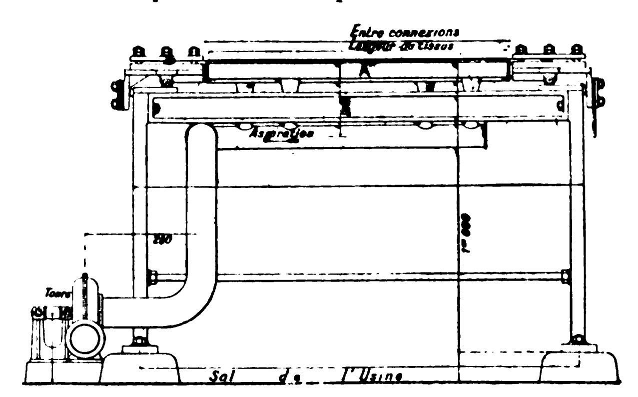


Fig. 1 et 2. — Appareil pour le grillage électrique des velours. Vues en élévation de côté et de face.

ÉCLAIRAGE PAR INCANDESCENCE.

Les lampes au tungstène (1).

Aux États-Unis, le procédé le plus employé pour la fabrication des filaments de tungstène a pour point de départ l'acide tungstique aussi pur que possible. Cet acide tungstique s'extrait des minéraux suivants : le wolfram, tungstate de fer et de manganèse; la scheelite, tungstate de calcium, et l'hubnerite, oxyde de tungstène et de manganèse. Le fabricant de lampes reçoit l'acide tungstique sous forme d'une poudre jaune pesante qu'il aut purifier à nouveau et soumettre à un traitement spécial qui lui donne une légère porosité, nécessaire pour l'opération suivante. Celle-ci consiste à réduire l'oxyde, généralement en le chauffant au rouge dans un courant d'hydrogène. Le métal ainsi obtenu est une poudre noire ou d'un noir grisâtre; en masse, il a un éclat métallique ressemblant à celui du platine.

Ce tungstène métallique très pur est alors mélangé avec une matière agglutinante de façon à former une masse plastique. On emploie dans ce but des substances diverses telles que l'amidon, le sucre, le camphre, etc. On obtient ainsi une pâte absolument homogène qu'on met dans un petit cylindre d'acier et qu'on force par une pression d'environ 2000 kg : cm^2 à passer dans une petite filière en diamant. Cette filière est un diamant de un demi-carat à un carat, dans lequel a été percé un trou très fin. Dans les plus petites filières employées jusqu'ici, ce trou n'a que 0,035 mm environ (0,0014 pouce). La pierre une fois percée est montée dans une garniture d'acier de façon à résister à la pression énorme nécessitée par le filage.

En raison de cette pression, l'usure de la filière est très rapide, de plus elle n'est pas uniforme, de sorte que le trou prend une section elliptique. Après qu'on a fabriqué assez de filaments pour 1500 lampes environ, il faut procéder à un réalésage, opération presque aussi coûteuse que la filière elle-même. Une filière ne peut être réalésée plus de deux fois avant qu'il s'y forme des fêlures. On a essayé le saphir, mais sans succès, parce qu'il se fend trop facilement.

Le filament est étalé sur des cartons sous forme d'une série de boucles, et lorsqu'il est sec on le coupe en un certain nombre de boucles séparées, semblables à celles qu'on voit dans la lampe terminée.

On chauffe ensuite les filaments dans un gaz inerte, ou dans un gaz choisi de façon à réagir sur l'agglutinant employé, jusqu'à ce qu'ils atteignent la température du rouge qui fait disparaître l'humidité et les hydrocarbures les plus volatils. Ensuite on chauffe les filaments par le passage d'un courant électrique, dans un très bon vide ou dans un gaz inerte, et l'on élève progressivement

(1) G.-S. MERRITT, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 19 novembre 1909 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXIX, septembre 1910, p. 1433-1453).

leur température, pour que les réactions et changements physiques nécessaires aient le temps de se produire. Pendant cette opération, l'énergie fournie au filament s'élève à environ 15 fois celle qu'exige finalement la lampe elle-même. On enlève ainsi toute trace de l'agglomérant, et les particules de métal, à demi fondues, se ramollissent assez à un moment donné pour former une masse parfaitement homogène, et qui amène une contraction soudaine du filament en diamètre et en longueur.

Après ce travail, dit *de formation*, les filaments sont montés sur la tige de verre qu'on voit au centre de la lampe, et les extrémités de chaque jambage sont assemblées par soudure électrique autogène aux fils d'arrivée et d'attache formant l'étoile inférieure.

La matière employée pour les crochets de support et les fils d'attache influe beaucoup sur le fonctionnement de la lampe. On emploie beaucoup le cuivre doux et un peu moins le molybdène, le tungstène, le tantale, le thorium, le carbone, le platine, l'iridium ou d'autres substances réfractaires. Le cuivre doux ne forme pas d'alliage avec le tungstène pur et en outre ne contient que très peu de gaz occlus, de sorte qu'il convient parfaitement pour les crochets de support.

De même que pour les lampes au carbone, il faut, pour réaliser un bon vide dans l'ampoule, enlever non seulement toute trace de gaz qui se trouve libre au moment du pompage, mais aussi les gaz qui pourraient plus tard se dégager de n'importe quelle partie de la lampe à l'intérieur de l'ampoule. Il faut pour cela soumettre la lampe entière, filament, verre et le reste, à un échauffement convenable pendant le pompage. La température du filament pendant cette opération doit être réglée avec grand soin, on l'élève graduellement à mesure que le vide devient plus parfait. Si par exemple on élevait la température trop vite, il se formerait à la surface du filament une mince couche d'oxyde qu'on pourrait faire disparaître en augmentant la température et le degré de vide, mais qui modifierait légèrement la nature de la surface du filament, ce qui altérerait son pouvoir émissif et abrégerait sa durée utile.

Après le pompage, on vérifie le degré de vide en faisant brûler la lampe à un certain taux pour 100 au-dessus de son voltage normal. Si pendant cette opération on aperçoit dans l'ampoule un brouillard de couleur bleuâtre, ce qui est l'indication d'un vide imparfait, la lampe est rejetée.

Quant au travail du verre, il est, sauf pour le support central, pratiquement le même que pour les autres types de lampes à incandescence.

Pour donner une idée du fonctionnement de ces lampes, l'auteur a pris la moyenne des variations d'intensité lumineuse en fonction du temps pour 50 lampes au tungstène de 40 watts. Ces lampes ont subi un essai de durée à une tension constante correspondant à une consommation initiale de 1,25 watt par bougie. Les courbes de la figure 1 montrent les variations d'intensité lumineuse, de courant et de rendement pendant la période d'essai, qui fut arrêtée à 1400 heures. Une autre courbe (*fig.* 2) indique le taux pour 100 des lampes qui brûlaient encore à la fin de différentes périodes de temps. Cette courbe a été obtenue en faisant brûler 80 lampes au tungstène de 40 watts, dans les mêmes conditions que le précédent essai, c'est-à-dire à 1,25 watt par bougie. Une moitié environ des lampes étaient placées horizontalement et les autres verticalement, la pointe en bas. Cet essai fut arrêté après 2000 heures.

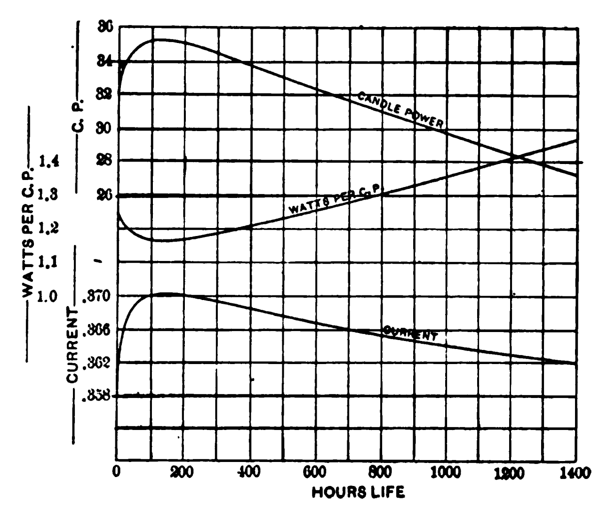


Fig. 1. — Hours life = durée en heures; candle-power ou CP = bougies; watts per C. P. = watts par bougie.

Les variations de l'intensité lumineuse C en fonction du voltage V peuvent se représenter par l'équation

$$\frac{C_1}{C_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^b.$$

Les valeurs approximatives de l'exposant b ont été déterminées pour quatre types de lampes : carbone,

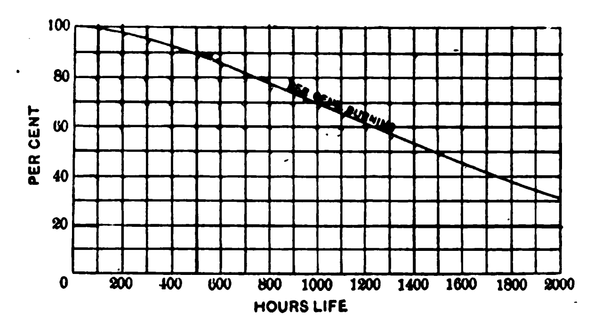


Fig. 2. — Per cent = pour cent; current = courant.

gem (carbone métallisé), tantale et tungstène :

	b.
Carbone	5,55
Gem	4,80
Tantale	4,35
Tungstène	3,68

On a calculé une série de valeurs indiquant les rapports entre les variations de voltage et celles d'intensité lumineuse; on constate ainsi le grand avantage du filament

métallique et particulièrement du tungstène sur le filament de carbone :

Variations de voltage en pour 100.		Variations d'intensité lumineuse en p. 100			
		Carbone.	Gem.	Tantale.	Tungstène
Au-dessus du voltage normal.	10...	69,8	58	51,4	42,1
	8...	53,4	41,7	39,8	32,8
	6...	38,2	32,3	28,9	23,9
	4...	24,3	20,7	18,6	15,5
	2...	11,6	10	9,0	7,6
	1...	5,7	4,9	4,0	3,7
Voltage normal..........		0	0	0	0
Au-dessous du voltage normal.	1...	5,4	4,7	4,3	3,7
	2...	10,6	9,3	8,4	7,2
	4...	20,3	17,8	16,2	13,9
	6...	29,0	25,7	23,6	20,4
	8...	37,1	33,0	30,5	26,4
	10...	44,3	39,7	36,8	32,2

Ainsi une surtension de 6 pour 100 dans une lampe au carbone accroît son intensité lumineuse d'autant pour 100 qu'une surtension de 9 pour 100 dans une lampe au tungstène, et une sous-tension de 7 pour 100 dans une lampe au carbone fait baisser l'intensité lumineuse dans le même rapport qu'une sous-tension de 10 pour 100 dans une lampe au tungstène. Cet avantage est précieux dans les réseaux où la tension est peu régulière.

La grosseur et la longueur du filament varient beaucoup selon la puissance lumineuse et le voltage des lampes. Pour 110 volts et 25 watts, le diamètre est 0,033 mm et la longueur totale 44 cm. Pour 110 volts et 250 watts, le diamètre est 0,15 mm et la longueur totale 95 cm.

La résistivité du tungstène est d'environ 93,5 microhms : cm^2 : cm à une température correspondant à 1,25 watt : bougie et environ 9 pour 100 de ce chiffre, soit 8,4 microhms : cm^2 : cm à la température ordinaire de l'intérieur des maisons. La faible valeur de cette résistance à froid a conduit à discuter la valeur que pouvait prendre le courant à l'instant de la fermeture du circuit et son effet sur le filament. Cette question a une importance particulière pour les lampes qui sont continuellement éteintes et rallumées, comme celles des enseignes lumineuses. Des essais effectués sur des lampes ainsi utilisées, pour des allumages de fréquences diverses, ont montré que leur durée n'en souffre pas. Il faut d'ailleurs remarquer que le filament n'a pas le temps de se refroidir totalement dans le court intervalle de deux allumages (environ quatre secondes).

L'auteur recherche ensuite les causes du haut rendement de la lampe au tungstène. La figure 3 représente les courbes de l'énergie rayonnée en fonction de la longueur d'onde, pour le corps noir théorique à diverses températures. Le spectre visible, comme on le voit, ne s'étend que sur une faible partie de l'échelle totale du rayonnement, et l'énergie rayonnée dans ce spectre est une partie encore plus faible de l'énergie totale rayonnée. (L'énergie rayonnée est représentée par l'aire comprise entre chacune des courbes et l'axe des x). Le rapport de l'énergie rayonnée dans le spectre visible à celle du rayonnement total est une indication du rendement lumineux, et puisque le maximum de la courbe de l'énergie se déplace vers le spectre visible, à mesure que la température s'élève, comme le montre la ligne pointillée, le rendement lumineux croît avec la température.

Si l'on possédait un corps noir pouvant supporter des températures extrêmement élevées, on trouverait la limite du rendement lumineux à environ 5000° absolus; pour cette température, le maximum de la courbe de l'énergie coïnciderait avec le maximum de la courbe de sensibilité de l'œil, à peu près au milieu du spectre visible. Si à partir de ce point on élevait encore la température, le rendement lumineux décroîtrait. Donc, dans les conditions ordinaires, on peut élever le rendement lumineux d'un corps en élevant sa température; la limite pratique

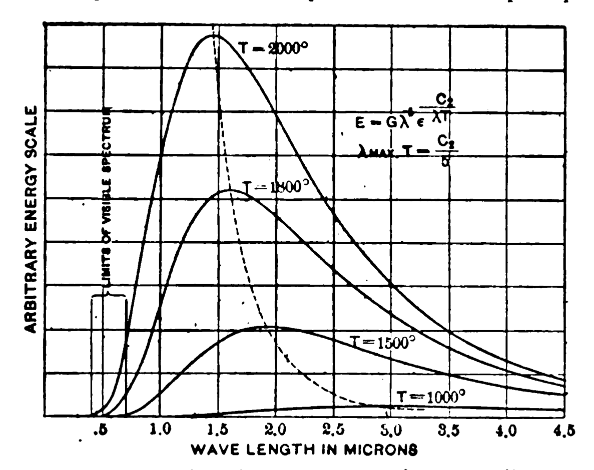


Fig. 3. — Wave length in microns = longueur d'onde en microns; arbitrary energy scale = énergie (échelle arbitraire); limits of visible spectrum = limites du spectre visible.

dans cette voie est la difficulté de trouver une substance qui puisse supporter une haute température sans se désagréger.

Une autre propriété contribue à élever le rendement des lampes à filament métallique, c'est l'émission sélective dans les courtes longueurs d'onde. On sait qu'un corps qui n'est pas un radiateur intégral rayonne moins d'énergie que le corps noir à la même température; si en outre il émet de l'énergie en proportion relativement plus grande dans une partie du spectre, par comparaison avec le corps noir, son émission est dite *sélective* pour cette partie du spectre. Si l'émission d'un corps est sélective pour les courtes longueurs d'onde, son rendement lumineux sera plus élevé que celui d'un corps noir à la même température.

L'effet des propriétés sélectives est rendu sensible par les courbes de la figure 4, dressées par le Bureau of Standards et représentant la distribution de l'énergie émise par divers filaments quand on les fait fonctionner de telle sorte que la distribution de la lumière soit pratiquement la même dans tout le spectre visible. Ces courbes se rapportent : *a*, au carbone non traité; *b*, au carbone graphitisé; *c*, au tungstène; *d*, à l'osmium. On voit que les courbes des métaux représentent une énergie moindre que celles du carbone. En outre on peut montrer que dans cette comparaison la température du filament de tungstène est au moins aussi basse que celle du carbone, de sorte que dans les conditions normales, la différence

entre les courbes d'énergie serait encore plus grande, puisqu'on peut encore gagner en rendement lumineux en faisant fonctionner le filament de tungstène à une température plus élevée.

La désagrégation du filament, de plus en plus rapide à mesure que la température s'élève, impose une limite à la température normale de fonctionnement. La température compatible avec une durée commercialement assez longue ne dépend pas autant du point de fusion que de l'aptitude à supporter la vaporisation superficielle dans un vide élevé. En effet, la pression dans l'ampoule

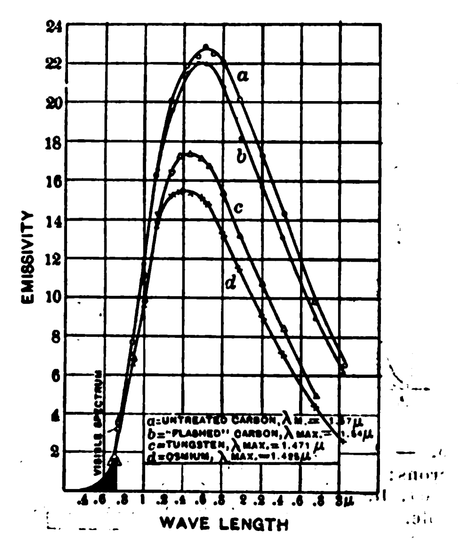


Fig. 4. — Wave length = longueur d'onde; émissivity = émission.

Courbes de la distribution de l'énergie émise par des filaments : *a*, charbon ordinaire ($\lambda_M = 1,57\,\mu$); *b*, charbon graphitisé ($\lambda_M = 1,54\,\mu$); *c*, tungstène ($\lambda_M = 1,471\,\mu$); *d*, osmium ($\lambda_M = 1,425\,\mu$).

d'une lampe à incandescence étant très basse, de l'ordre du millième de millimètre de mercure, il est probable qu'aux températures normales du filament la matière dont il est formé ne peut pas exister à l'état liquide; elle s'évaporerait donc lentement par la surface, ce qui paraît bien être le cas. Ainsi un filament de charbon se désagrège rapidement quand on le porte à l'incandescence à la température normale d'un filament de tungstène, bien que le point de fusion du carbone soit probablement plus élevé que celui du tungstène.

La question du papillottement de la lumière doit souvent être prise en considération quand on veut employer des lampes au tungstène sur des réseaux à basse fréquence. La température du filament varie en synchronisme avec l'onde de puissance, c'est-à-dire au double de la fréquence de la force électromotrice appliquée. L'amplitude de la variation de température pendant un cycle dépend du coefficient de température de la résistance du filament, de sa masse, de son diamètre, de sa chaleur spécifique, de son pouvoir émissif et de la forme d'onde et de la fréquence de l'énergie fournie. Quand la fréquence du réseau atteint environ 25 ou 27 périodes le papillottement de la plupart des lampes d'intensité lumineuse usuelle devient imperceptible. A une fréquence donnée, le papillottement est plus prononcé avec un filament mince qu'avec un plus gros de la même substance, car la quantité de chaleur contenue à une température donnée varie comme la masse, c'est-à-dire comme le carré du diamètre, tandis que la surface rayonnante ne varie que comme la première puissance du diamètre.

En comparant des filaments de tungstène et de carbone du même diamètre, on doit se rappeler que, grâce à sa chaleur spécifique plus élevée, le carbone, pour une puissance absorbée variable, se maintient à une température plus constante que le tungstène [1], tandis que, son émission plus forte tend au contraire à accentuer les variations de température. Mais, d'autre part, le diamètre d'un filament de tungstène est moindre que celui d'un filament de carbone pour même voltage et même intensité lumineuse, et l'expérience montre que la lampe au carbone donne moins de papillottement.

Le papillottement dépend aussi de l'intensité de l'éclairement. Si l'on examine une grande surface éclairée par une lampe alimentée à une basse fréquence de valeur déterminée, on constate qu'en faisant croître la distance entre cette surface et la lampe le papillottement devient de moins en moins perceptible et qu'au-dessous d'une certaine valeur de l'éclairement il disparaît tout à fait. On peut donc employer avec succès des fréquences relativement basses pour de basses valeurs de l'éclairement (cas de l'éclairage des rues). P. L.

Procédé de fabrication de filaments en tungstène ductile [2].

Le tungstène en poudre, lequel contient quelques centièmes de carbone combiné, est trituré avec un amalgame de bismuth et de cadmium. La pâte obtenue est passée sous pression dans une filière d'environ 1 mm de diamètre et le filament ainsi produit est coupé en tronçons de 90 cm. Après cuisson dans le vide les tronçons sont chauffés par un courant électrique dans une atmosphère d'hydrogène et, enfin, sont portés à une température voisine de celle de la fusion du tungstène dans une atmosphère d'hydrogène et d'azote. On fait refroidir lentement (en plusieurs heures) par diminution graduelle de l'intensité du courant. Par suite de ce refroidissement lent on obtient un filament très ductile.

(1) On compare ici des filaments de tungstène et de carbone de mêmes dimensions. Or la chaleur spécifique du tungstène est cinq fois plus faible que celle du carbone, mais sa densité est dix fois plus forte, de sorte que la capacité calorifique d'un filament de tungstène est deux fois plus grande que celle d'un filament de carbone de mêmes dimensions. Le filament de tungstène se maintient donc à une température plus constante que celui de carbone, pour une puissance absorbée variable. (N. D. L. R.)

(2) BRITISH THOMSON HOUSTON Co. Brevet anglais n° 2759, 23 février 1911.



MESURES ET ESSAIS.

APPAREILS DE MESURES.

Les instruments électriques anglais à l'Exposition de Bruxelles.

Dans les précédents articles [1] nous ne nous sommes occupés que des instruments de mesures proprement dits; dans celui-ci nous examinerons les instruments accessoires.

I. Interrupteurs. Commutateurs. — *Clef spéciale de Savage pour essais de câbles* [2] (*fig.* 1). — Cette clef a

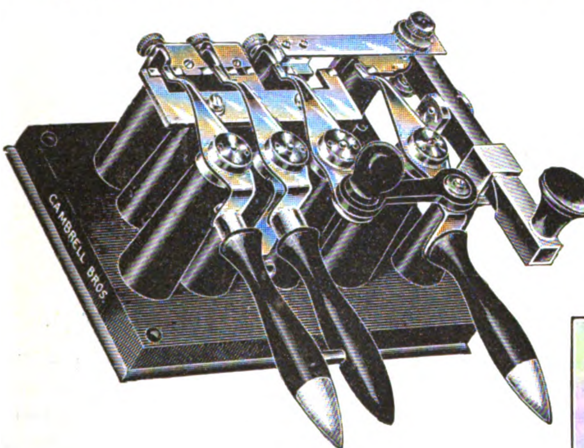


Fig. 1. — Clef de Savage pour essais de câbles.

été étudiée pour être employée avec un câble concentrique ou sous plomb. Elle combine une clef d'inversion pour la batterie de piles, une clef de charge et de décharge et une clef de court-circuit, placées toutes sur la même base. Un levier, auquel le conducteur extérieur est relié, est joint à la clef de décharge. La distance entre les contacts est proportionnée de telle façon que le conducteur extérieur est chargé ou déchargé immédiatement avant l'intérieur. L'extérieur est chargé directement avec la batterie, le courant à travers le conducteur intérieur passant seulement dans le galvanomètre. Il n'y a donc pas de déviation du galvanomètre due au conducteur extérieur. Les leviers peuvent être déplacés dans une position quelconque sans produire une déviation du galvanomètre quand le conducteur est *libre*. Quand les connexions sont de nouveau faites, aucun changement n'est nécessaire pour des essais d'isolement, de capacité ou de perte de charge.

Shunt et clef-commutateur combinés de Mac Calla (*fig.* 2). — Ce dispositif a été réalisé pour des essais de câbles et étudié en vue de réduire le nombre de clefs, commutateurs, etc., employés ordinairement dans les essais de câbles, à une seule pièce.

Il y a seulement un levier, au moyen duquel la capacité et les mesures d'isolement sont prises et la clef mettant le galvanomètre en court-circuit est entièrement supprimée; le levier dans la position *Loin* déconnecte complètement un côté du galvanomètre du circuit et réunit le câble en essai *à la terre*.

Quand les connexions sont faites aux bornes sur la clef, les essais de capacité sont effectués en dirigeant le levier vers la gauche et les mesures d'isolement en le dirigeant vers la droite. Avec cette clef les essais de capacité peuvent être effectués, soit en mesurant la charge, soit en mesurant la décharge, en changeant simplement la liaison montrée entre deux des blocs de contact postérieurs.

Pour mesurer la résistance d'isolement, le levier est

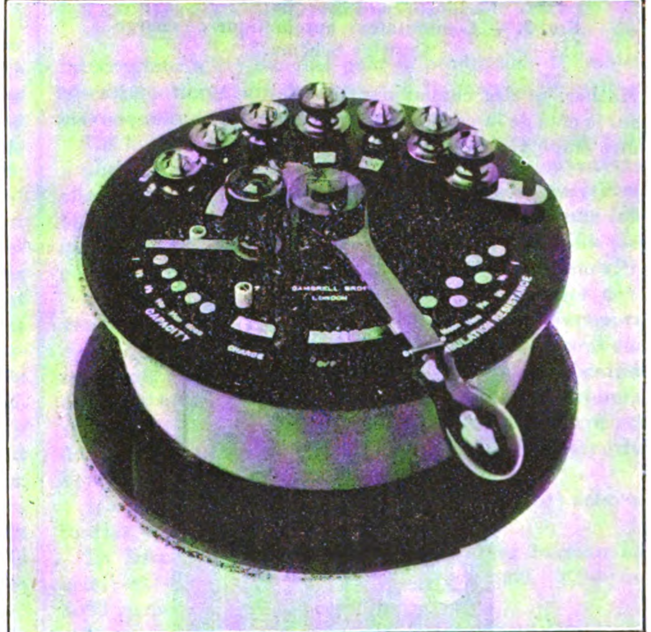


Fig. 2. — Commutateur de Mac Calla pour la mesure des résistances d'isolement et des capacités.

amené à la position *Sur*, celle-ci mettant la batterie directement sur le câble, le galvanomètre n'étant pas dans le circuit; en déplaçant encore le levier plus loin vers la droite, le galvanomètre est mis en circuit, avec un shunt

[1] *La Revue électrique*, t. XV, 13 janvier 1911, p. 44; 24 février, p. 200; 10 mars, p. 242; 24 mars, p. 294.

M. R.-W. Paul, constructeur du wattmètre Duddell-Mather, nous fait remarquer que la légende de la figure 16 (11 mars, p. 245) qui représente cet instrument devrait être modifiée de la manière suivante : Wattmètre Duddell-Mather et sa boîte de couplage des divers enroulements en série, en parallèle, ou en séries multiples.

[2] *Voir* Ayrton et Mather, *Physical Society of London*, 26 janvier 1900.

correspondant à la valeur marquée vis-à-vis du plot sur lequel le levier repose; et, comme ces shunts ont des valeurs décroissantes à partir de la position *Sur*, il n'y a aucun danger d'endommager le galvanomètre avec un grand courant dû à un court-circuit entre les conducteurs ou dans le câble, puisque le galvanomètre est mis en circuit avec le plus grand shunt d'abord.

Le shunt est disposé d'après le principe d'Ayrton-

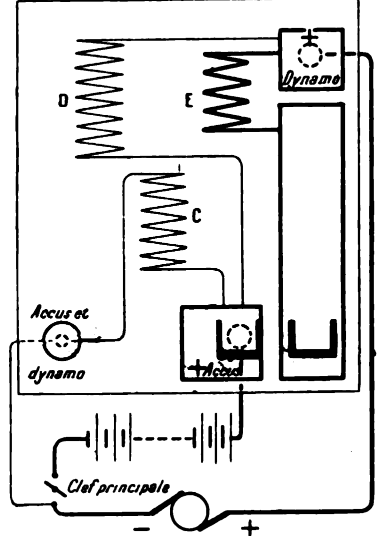


Fig. 3. — Commutateur automatique de charge Crawley Schéma.

Mather, et des connexions sont faites à une petite clef sur le côté de la capacité, de sorte que les shunts peuvent être employés dans la mesure des capacités.

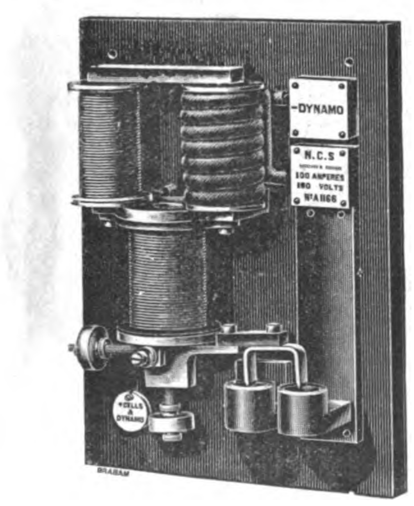


Fig. 4. — Commutateur Crawley. Vue d'ensemble.

Commutateur de charge automatique pour accumulateurs (*fig.* 3 et 4). — Dans le but de rendre purement automatique la charge d'une batterie d'accumulateurs.

Type *Crawley*. Trois bobines sont employées; une bobine de grande résistance C est réunie aux éléments et aimante d'une façon permanente une barre de fer doux fixée à angles droits à la barre *plongeante*.

La bobine D, ou bobine différentielle, est connectée entre les accumulateurs et la dynamo, et si le voltage de la dernière dépasse le voltage des accumulateurs, elle repousse la barre de fer doux et ferme le circuit; la bobine série E retient cette barre en position aussi longtemps qu'il passe quelque courant, mais l'abandonne quand le

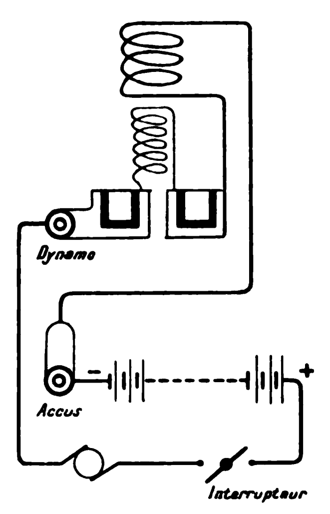


Fig. 5. — Commutateur de charge Midget Schéma.

courant tombe à zéro; au moment de la fermeture, la bobine différentielle D est mise en court-circuit. Ce commutateur est utilisable pour des circuits jusqu'à 500 volts et 500 ampères. Il est monté sur un panneau d'ardoise ou de marbre.

Le modèle *Midget* (*fig.* 5 et 6) est un commutateur

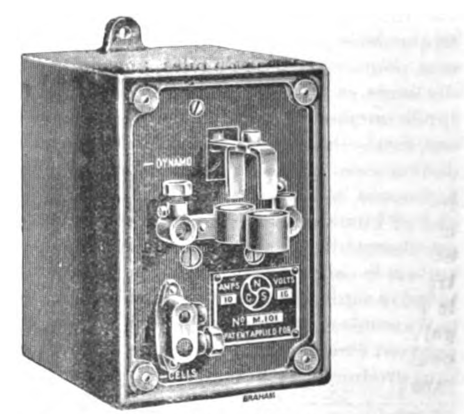


Fig. 6. — Commutateur Midget. Vue d'ensemble.

plus petit, employable pour des voltages jusqu'à 80 volts et des courants jusqu'à 50 ampères et utilisable dans des installations à bas voltages pour les lampes à filament métallique. Il diffère du type Crawley en ce qu'il possède un aimant permanent pour induire le magnétisme dans la barre de fer doux attachée à la barre plongeante au lieu d'une bobine reliée aux éléments; sous d'autres rapports

le principe est le même. Il est du type enfermé, les godets de mercure et les bornes étant disposés sur le devant de la boîte.

Limiteur N. C. S. — L'objet de cet instrument est de limiter le courant qu'un consommateur peut prendre à une valeur prédéterminée; si cette valeur est dépassée, le « limiteur » introduit une résistance dans le circuit d'éclairage, et oblige la lumière des lampes à vaciller. L'instrument est construit sur le principe thermique; le courant passe dans un fil d'acier qui s'allonge par la chaleur et ouvre un contact qui est maintenu en position par un ressort. La rupture de ce contact introduit une résistance dans le circuit d'éclairage et éteint ainsi les lumières.

Cette réduction du courant total permet au fil d'acier de se refroidir de nouveau, d'où il résulte que le circuit est rétabli, dans ses conditions initiales, et l'opération est rapidement répétée. Un condensateur est placé sur la rupture, de sorte que l'étincelle est réduite au minimum et tout l'appareil est enfermé dans une boîte en fer. Ces limiteurs sont disposés pour l'emploi dans les distributions d'énergie électrique suivant le schéma de MM. Handcock et Dyke [1].

II. Rhéostats. — *Rhéostat à compression de toile carbonisée* (*fig.* 7). — Le courant qui peut le traverser est de 6 ampères; sa résistance varie de 0,15 à 3,5 ohms. D'autres dimensions sont réalisées jusqu'à 10 ampères.

Rhéostat à compression de plaques de charbon (*fig.* 8). —

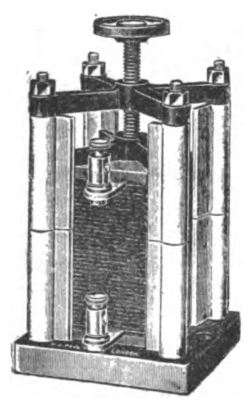


Fig. 7. — Rhéostat à compression de toile carbonisée.

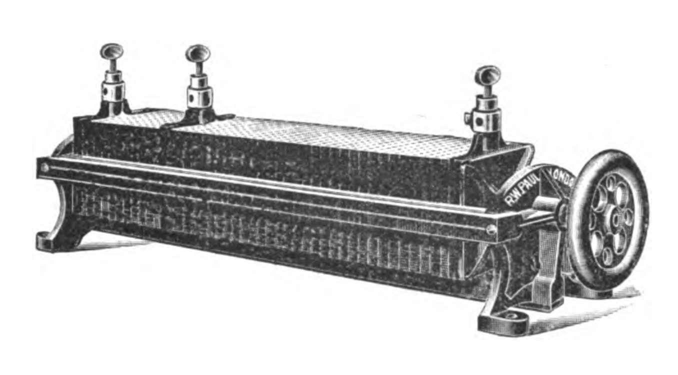


Fig. 8. — Rhéostat à compression de plaques de charbon.

Le courant d'utilisation peut atteindre 35 ampères; la résistance varie de 0,03 à 1,5 ohm; à l'aide de plaques intermédiaires portant des bornes, on peut mettre deux ou plusieurs sections en quantité jusqu'à 200 ampères.

Résistances type Battersea pour parafoudres et appareils de décharge sous haute tension. — Elles remplacent les résistances liquides et à baguettes de charbon et sont constituées par des plaques de matière d'un haut isolement et à l'épreuve du feu, dans les surfaces antérieures desquelles se trouvent des rainures. Ces rainures sont remplies d'une poudre spéciale de charbon pour résistances et sont espacées de telle façon que la plus grande épaisseur isolante corresponde à la plus grande différence de de potentiel. Les extrémités sont formées par des blocs de charbon avec des conducteurs flexibles de cuivre qui y sont emboîtés. La résistance peut être changée en faisant varier la profondeur et la qualité de la poudre de charbon. Deux essais récents ont donné les résultats suivants :

Avec 6000 volts appliqués au travers d'un tableau (profondeur de la poudre 12,5 mm) pour une période de 7 minutes, le courant atteignit un maximum de 1,9 ampère pour tomber graduellement à 1,35 ampère.

Avec 10 000 volts appliqués au même tableau pour 1 minute, le courant fut de 2,4 ampères, puis s'abaissa à 1,8.

Des résistances analogues sont faites pour mettre à terre le point neutre sur les systèmes à haute tension. Elles sont capables d'absorber une très grande puissance quand un défaut se produit.

III. Appareils producteurs de faibles courants alternatifs. — *Interrupteur de Cohen* (*fig.* 9). — Cet interrupteur a été imaginé pour la production de faibles courants alternatifs, convenant à la mesure de petites inductances et capacités.

Un fil dont la vibration est entretenue électriquement a une fréquence de 20 à 500 environ. En y ajoutant un circuit oscillant, d'inductance et de capacité variables, on est à même d'obtenir un courant alternatif d'une fréquence quelconque jusqu'à 3000. En employant des circuits oscillatoires, on peut produire des ondes continues [2].

Bourdon microphonique (*fig.* 10). — Une source convenable de faible courant alternatif, de haute fréquence connue, est réalisée par un barreau d'acier reposant sur ses points nodaux; ce barreau est maintenu en vibration continue au moyen d'une batterie et d'un microphone shunté par un condensateur; un courant pulsatoire est donc produit dans un aimant disposé près du centre du barreau.

L'aimant est alimenté par un transformateur; celui-ci fournit du courant au circuit extérieur.

La fréquence dépend des dimensions du barreau en acier et peut atteindre facilement 1000, 2000 ou 3000 périodes.

L'appareil peut surtout être employé avec les détecteurs téléphoniques, dont la période naturelle est identique à celle du barreau.

IV. Système électrique de distribution de l'heure

---

[1] Voir *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, 1908, p. 345; 1910, p. 67.

[2] *Phil. Mag.*, septembre 1908.

LE « SYNCHRONOME » (¹). — L'horloge-mère est une pendule entretenue électriquement qui fait mouvoir un certain nombre de cadrans à l'aide d'impulsions électriques.

Le pendule est combiné avec un simple commutateur de telle manière que, à la fois, les fonctions de *garder l'heure* et de *commuter* soient automatiquement accomplies.

Chaque cadran a seulement un mouvement *à une roue* derrière lui; ce mécanisme simple assure la garde uniforme

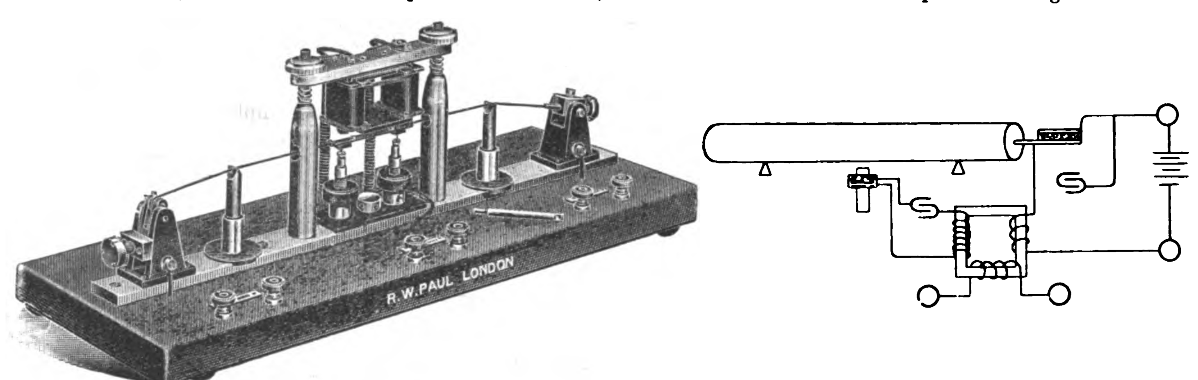


Fig. 9. — Interrupteur de Cohen.

Fig 10. — Schéma du bourdon microphonique.

et exacte du temps sans remontage ou aucune autre attention.

Le commutateur est montré dans la figure 11 et com-

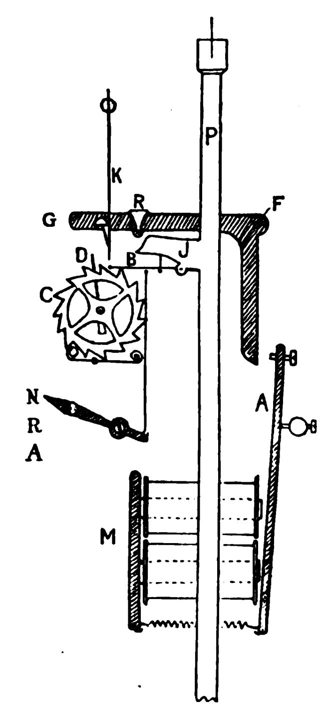


Fig. 11. — Commutateur d'entretien de pendule dans le système électrique de distribution de l'heure de M. Hope-Jones.

prend deux parties mobiles : le levier G coudé à angle droit, centré en F et appuyé normalement sur un ressort K. Toutes les demi-minutes le levier est abaissé (dans le but de donner une impulsion au pendule P) sur l'armature A. Le courant provenant d'une source convenable d'électricité traverse la série des circuits des cadrans, et l'aimant M qui attire l'armature A et rejette à nouveau le levier G sur le ressort K.

Le pendule abandonne le commutateur au moyen d'une roue à 15 dents C, qui porte une palette D s'engageant avec le ressort K à chaque évolution. Le cliquet B, monté entre pivots sur le pendule, fait faire un tour à cette roue toutes les 30 secondes. Au moment de son abandon, le petit galet R, sur le bras de gravité G, descend l'extrémité courbée de la palette J, donnant une impulsion au pendule au moment de son passage par sa position centrale. Le pendule est donc libre tout le temps, sauf au milieu de son oscillation; non seulement l'échappement est désembrayé, mais il agit pendant que le pendule passe dans sa position d'équilibre et permet ainsi d'approcher des conditions nécessaires pour la réalisation de l'isochronisme.

La forme de la surface impulsive de la palette J est telle qu'elle produise une impulsion qui commence avec une extrême douceur, croisse jusqu'à un maximum atteint au milieu de l'oscillation du pendule et décroisse d'une manière identique. Le commutateur ne peut pas s'arrêter en circuit fermé. Les cadrans peuvent être rapidement mis à l'heure en déplaçant simplement le levier de la position normale pour produire le retard ou l'avance.

Une caractéristique précieuse du système est l'avertissement automatique d'un défaut imminent dans la batterie, bien avant que ce défaut puisse causer quelque irrégularité dans le fonctionnement du circuit de distribution du temps. Quand le courant est insuffisant pour permettre à l'aimant M de replacer le levier de gravité G, le pendule dans son oscillation de retour à gauche rencontre son levier de gravité sur son chemin et aide l'aimant à le soulever, en prolongeant ainsi la durée du contact à une seconde tout entière, qui est nettement visible sur chaque cadran.

Les impulsions de l'horloge directrice se transmettent à l'électro-aimant de chaque mouvement de cadran toutes

(¹) *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, février 1910.



les demi-minutes. Ce mouvement de cadran est montré dans la figure 12 : A est une roue ayant 120 dents rectan-

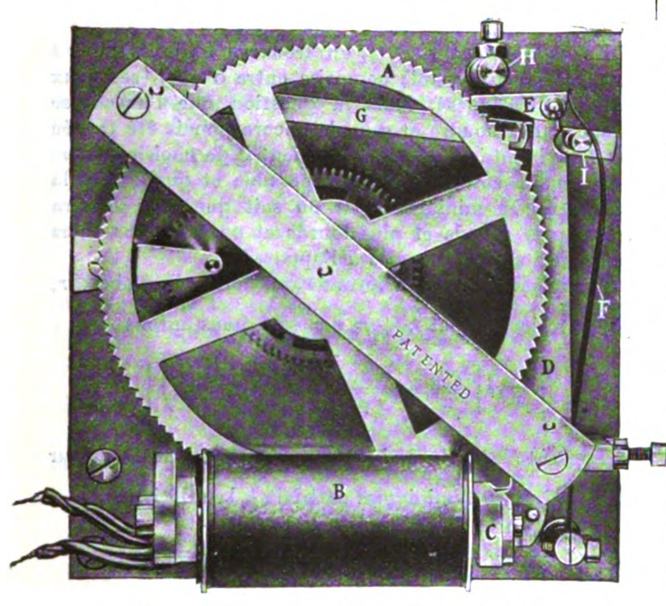


Fig. 12. — Mouvement de cadran récepteur.

gulaires, reliée solidement à l'aiguille des minutes; B est un électro-aimant avec une armature C et un levier D portant à son extrémité le cliquet E; F est un ressort plat en acier. La caractéristique originale et importante de ce mouvement est la perfection de l'accrochement de la roue, complété par le levier à arrêt-arrière G, portant un arrêt fixe I, et par l'arrêt de force motrice H, contre lequel le cliquet d'entraînement E vient reposer. Les cadrans ne font presque pas de bruit pendant leur marche, mais on peut obtenir un mouvement parfaitement silencieux.

V. Appareils divers. — *Miroirs dorés pour projecteurs à arc de The Reflector Syndicate* (1). — Ils sont en métal ou en verre travaillés optiquement; la principale nouveauté est le dépôt de l'or sur le verre pour former un miroir doré parabolique.

On a trouvé que la lumière réfléchie par un miroir recouvert d'or illumine plus nettement un objet éloigné et est plus efficace par un temps épais et rempli de brouillards. La raison probable de ce fait est que le rayonnement d'un réflecteur doré contient un très grand pourcentage de rayons rouges et jaunes qui sont les moins absorbés par l'atmosphère. Un autre avantage du miroir doré est l'absence de halos blancs et par conséquent d'ombres profondes pour des objets tout près de la source de lumière. En d'autres termes, on éclaire plus doucement et plus également les premiers plans et les fonds, et il est plus facile de distinguer les couleurs, par exemple un torpilleur gris sur une mer grise et avec un ciel gris. Enfin, l'or est inaltérable quelles que soient les conditions chimiques et climatériques.

L'or est déposé dans un état de dureté qui permet de toucher raisonnablement aux surfaces sans les endommager.

Balais en morganite pour dynamos et moteurs de The Morgan Crucible and C°. — Ces balais diffèrent des autres par leur composition et leur construction. La matière première est la plombagine la plus pure et dans le procédé de fabrication elle *n'est pas* soumise à une température élevée. Le balai est formé de plusieurs couches pour que la conductibilité dans la direction du circuit externe soit beaucoup plus grande que celle d'un balai en charbon ordinaire, et pour que la résistance dans le sens transversal puisse être sept à huit fois plus grande que la résistance longitudinale.

Le conducteur souple, après avoir traversé les trous filetés dans la partie métallique supérieure, est aplati et pressé, de façon à former un contact intime avec la partie métallique, par l'intermédiaire d'une feuille mince de cuivre. Le contact électrique est rendu parfait par la grande pression employée dans la fabrication du balai. L'absence de soudure évite l'inconvénient qui peut provenir de ce que la soudure coule si un balai est surchauffé.

Balais en charbon Battersea. — Ces balais sont fabriqués avec les meilleures matières premières provenant des propres mines des fabricants. La nouveauté à mentionner est la méthode par laquelle les conducteurs souples sont fixés dans les balais de cette sorte.

Le balai est foré au point que l'on désire à une profondeur d'environ un demi-pouce (12,5 mm environ). Le conducteur souple, après avoir avoir été épaulé à l'extrémité, est introduit dans le trou et maintenu fermement en position au moyen d'une poudre métallique pure comprimée par une nouvelle méthode.

C. Chéneveau.

(1) Les miroirs dorés sont déjà utilisés en France depuis un certain temps, et construits par la maison Sautter-Harlé et Cie (*voir* M. Bochet, *Bull. Soc. int. Électriciens*, 2e série, t. X, mai 1910, p. 323).

La compensation de la température dans les millivoltmètres (1).

C'est à la demande de quelques constructeurs que M. Kollert a cherché à compléter la méthode de compensation que Swinburn avait indiquée pour les millivoltmètres Weston quand ils sont utilisés comme milliampèremètres (2). Cette méthode, entre autres, présente le grave inconvénient d'exagérer le coefficient de température de l'appareil dès que celui-ci est accompagné d'une résistance de garde supérieure à celle satisfaisant aux conditions de la compensation. La modi-

(1) J. Kollert, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 1er décembre 1910, p. 1219.

(2) *Voir*, à ce sujet, C. Heinke, *Manuel d'Électrotechnique*, t. II, chap. V : La technique des appareils de mesures, p. 34.

fication introduite par J. Kollert est schématisée en figure 1.

On met en série avec l'enroulement r_2 en fil de cuivre du cadre une résistance r_1 en fil de manganin, de façon

Fig. 1. — Schéma du dispositif de compensation de Swinburn modifié par J. Kollert.

que l'ensemble $r_1 + r_2$ ait un coefficient de température inférieur à celui du cuivre; une troisième résistance r_3 en cuivre est mise en parallèle avec les deux premières et le tout est protégé par une résistance r_4 en manganin. r_1 et r_4 ont des coefficients de température pratiquement nuls. Nous désignerons par β le coefficient du cuivre, par α celui de l'ensemble $r_1 + r_2$, et celui de r_2 par γ qui diffère toujours de β, parce qu'il comprend en même temps le coefficient de température de l'appareil [1]. On a donc la relation

$$\alpha(r_1 + r_2) = 0 \times r_1 + \gamma r_2,$$

$$(1) \qquad \alpha = \frac{\gamma r_2}{r_1 + r_2}.$$

Pour déterminer γ, on mesure la différence de potentiel aux bornes de l'appareil quand celui-ci est traversé par un courant $i = k\delta$ à la température t_0; on mesure de même e' correspondant à $i' = k\delta'$, à une autre température t. On a

$$r'_2 = r_2(1 + \gamma t),$$

$$(2) \qquad \gamma = \frac{r'_2 - r_2}{r_2 t} = \frac{\frac{e'}{\delta'} - \frac{e}{\delta}}{\frac{e}{\delta} t}.$$

Soient maintenant E la différence de potentiel entre les deux bornes A et B de l'appareil; i l'intensité du courant qui le traverse et t_0 la température prise comme température initiale. On a

$$(3) \qquad E = i\left(r_1 + r_2 + r_3 + r_4 \frac{r_1 + r_2 + r_3}{r_3}\right).$$

On peut toujours choisir r_4 de telle sorte que pour une température $t_0 + t$ et une même valeur de i, c'est-à-dire même déviation de l'aiguille, la tension E entre A et B reste la même ou que

$$(3') \qquad E = i\left[(r_1 + r_2)(1 + \alpha t) + r_4 \frac{(r_1 + r_2)(1 + \alpha t) + r_3(1 + \beta t)}{r_3(1 + \beta t)}\right].$$

En égalant ces deux valeurs de t, on obtient la relation

$$(4) \qquad r_4 = r_3 \frac{\alpha(1 + \beta t)}{\beta - \alpha}.$$

En se donnant r_2 et γ, on trouvera toujours pour α une valeur convenable comprise entre 0 et γ (ses deux limites théoriques). Mais la question que l'auteur se propose de résoudre et qui n'a encore jamais été traitée est la suivante : Comment convient-il de choisir α et r_3 pour que E soit le plus petit possible et quelle sera la valeur de ce minimum; car on sait que plus E sera élevé, plus grands et plus lourds et partant plus chers seront les shunts associés à l'appareil.

Remplaçons, dans la formule qui donne E, d'abord r_4 par sa valeur (4) et $r_1 + r_2$ par $\frac{\gamma}{\alpha} r_2$, nous aurons

$$E = i\left[\frac{\gamma r_3}{\alpha} + \frac{\alpha(1 + \beta t)}{\beta - \alpha}\left(\frac{\gamma}{\alpha} r_2 + r_3\right)\right].$$

Égalant à zéro la dérivée $\frac{dE}{d\alpha}$ on trouve que la valeur de α qui rend E minimum satisfait à la relation

$$\frac{\alpha}{\beta - \alpha} = \sqrt{\frac{\gamma r_2}{(1 + \beta t)(\gamma r_2 + \beta r_3)}} = \frac{1}{R},$$

d'où

$$(5) \qquad \alpha = \frac{\beta}{1 + R}$$

et

$$(6) \qquad E_{\text{min.}} = i \frac{\gamma}{\beta} r_2 (2 + \beta t + 2R).$$

Comme la valeur de R peut s'écrire

$$R = \sqrt{(1 + \beta t)} \sqrt{1 + \frac{\beta r_3}{\gamma r_2}} = \left(1 + \frac{\beta t}{2}\right) \sqrt{1 + \frac{\beta r_3}{\gamma r_2}},$$

$E_{\text{min.}}$ devient

$$(7) \qquad E_{\text{min.}} = i \frac{\gamma}{\beta} r_2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{\beta r_3}{\gamma r_2}}\right)(2 + \beta t).$$

Grâce à ce dispositif on arrive donc à ce résultat que, pour une même valeur de i, la tension E entre les bornes A et B soit la même aux températures t_0 et $t_0 + t$. On peut se proposer de calculer l'erreur relative de E pour une température $t_0 + \tau$ comprise entre ces limites. On a

$$E - E_\tau = i\left[\frac{r_4}{r_3} \frac{(r_1 + r_2)(\beta - \alpha)\tau}{1 + \beta\tau} - (r_1 + r_2)\alpha\tau\right];$$

ou, en remplaçant $\frac{r_4}{r_3}$ par sa valeur tirée de (4),

$$E - E_\tau = i(r_1 + r_2) \frac{\alpha\beta\tau(t - \tau)}{1 + \beta\tau}.$$

Cette différence est maximum pour

$$\tau_0 = \frac{\sqrt{1 + \beta t} - 1}{\beta},$$

ou, en remarquant que βt est petit vis-à-vis de 1,

$$\tau_0 = \frac{t}{2}.$$

[1] Le coefficient de température d'un appareil est caractérisé par les différentes actions que peut produire une élévation de température sur les ressorts spiraux, les aimants permanents, les entrefers (dilatation amenant une variation dans la position relative des pièces entre elles).

L'erreur relative maximum devient

$$\frac{E - E_{\tau_0}}{E} = \frac{i(r_1 + r_2)}{i(r_1 + r_2)\left[1 + \frac{r_4}{r_3}\left(1 + \frac{r_3}{r_1 + r_2}\right)\right]} \frac{\alpha\beta\frac{t^2}{4}}{1 + \beta\frac{t}{2}},$$

ou enfin, après transformations et en tenant compte de (1) et de (4),

$$(8) \quad \frac{E - E_{\tau_0}}{E} = \frac{t^2}{2(2 + \beta t)} \frac{(\beta - \alpha)\gamma r_2}{\frac{\gamma}{\alpha} r_2(1 + \alpha t) + \frac{\alpha}{\beta} r_3(1 + \beta t)}.$$

Exemples. — I. Supposons que $i_{max.} = 0{,}075$ ampère (courant dans le cadre), $r_2 = 2$ ohms, $\beta = \gamma = 0{,}004$, $t = 10°$. D'après (5) la valeur la plus favorable de α est

$$\alpha = \frac{0{,}004}{1 + 1{,}02\sqrt{1 + \frac{r_3}{r_2}}}$$

et

$$E_{min.} = 0{,}15 \times 2{,}04\left(1 + \sqrt{1 + \frac{r_3}{r_2}}\right).$$

L'auteur a dressé pour cet instrument une Table contenant les valeurs des différentes constantes correspondant à des valeurs données du rapport $\frac{r_3}{r_2}$; r_1 et r_4 se déduisent respectivement des formules (1) et (4).

$\frac{r_3}{r_2}$.	$\alpha_{min.}$	$r_1 = r_2\frac{\gamma - \alpha}{\alpha}$.	$r_4 = r_3\frac{\alpha(1 + \beta t)}{\beta - \alpha}$.	J.	$E_{min.}$	$100\frac{E - E_{\tau_0}}{E}$.
0	0,001981	2,040	0	∞	0,612	0,0098
$\frac{1}{4}$	0,001870	2,280	0,457	0,717	0,6475	0,0092
$\frac{1}{2}$	0,001780	2,488	0,834	0,4115	0,681	0,0088
1	0,001636	2,892	1,440	0,2585	0,738	0,0080
2	0,001447	3,530	2,360	0,1786	0,836	0,0070
4	0,001220	4,560	3,650	0,1365	0,990	0,0059

Dans ce Tableau, J représente l'intensité du courant circulant entre A et B et répond à la formule

$$J = i\left(\frac{r_1 + r_2 + r_3}{r_3}\right) = i\left(1 + \frac{\gamma r_2}{\alpha r_3}\right).$$

Si l'on associe à l'instrument un shunt de résistance S connecté à A et B, le courant total sera

$$I = \frac{E}{S} + J;$$

et si cette résistance consiste en fil de manganin, on peut admettre qu'elle est indépendante de la température dans la limite de 0,01 pour 100, tandis que J varie avec la température, c'est-à-dire qu'à une autre température t, on a

$$J_t = i\left[\frac{(r_1 + r_2)(1 + \alpha t)}{r_3(1 + \beta t)} + 1\right];$$

d'où l'erreur relative

$$(9) \quad \frac{J - J_t}{J} = \frac{(\beta - \alpha)E}{(1 + \beta t)\left(1 + \frac{\alpha r_3}{\gamma r_2}\right)}.$$

Pour l'instrument choisi comme exemple, supposons encore que nous prenions le rapport $\frac{r_3}{r_2}$ égal à l'unité, on aura

$$J = \frac{E_{min.}}{\frac{r_3(r_1 + r_2)}{r_1 + r_2 + r_3} + r_4} = \frac{0{,}738}{2{,}845} = 0{,}2585$$

et

$$\frac{\alpha}{\gamma} = \frac{\alpha}{\beta} = 0{,}409, \qquad 10(\beta - \alpha) = 0{,}2364.$$

Tous calculs faits, on trouve alors, d'après (9), pour l'erreur relative de J : 0,824 pour 100 à $t_0 + 5°$; 1,614 pour 100 à $t_0 + 10°$ (tandis que l'erreur est nulle sur E à cette dernière température).

Le shunt de 1 ampère maximum aura une résistance S telle que

$$\frac{E}{S} = \frac{0{,}738}{S} = 1 - 0{,}2585 = 0{,}7415 \text{ ampère};$$

d'où l'on tire

$$S = 0{,}996 \text{ ohm}.$$

Puisque le milliampèremètre est compensé pour la température t_0, c'est-à-dire donne des indications exactes à cette température, on aura, à la température $t_0 + t$,

$$I_t = J_t + \frac{E_t}{S},$$

et la différence avec la valeur exacte sera

$$I - I_t = J - J_t + \frac{E - E_t}{S},$$

et l'erreur relative

$$\frac{I - I_t}{I} = \frac{J - J_t}{I} + \frac{E - E_t}{I \times S};$$

ou à $t_0 + 5°$

$$\frac{I - I_t}{I} = \frac{0{,}2585}{1} \times 0{,}824 + \frac{0{,}7415}{1} \times 0{,}0080 = 0{,}219 \text{ pour } 100;$$

à $t_0 + 10°$

$$\frac{0{,}2585}{1} \times 1{,}614 + 0 = 0{,}418 \text{ pour } 100.$$

Pour $I_{max.} = 10$ ampères, il faudrait choisir S tel que

$$\frac{E}{S} = 10 - 0{,}2585 = 9{,}7415;$$

d'où $S = 0,07575$ ohm et les erreurs relatives seraient : à $t_0 + 5°$

$$\frac{0,2585}{10} \times 0,824 + \frac{9,7415}{10} \times 0,0080 = 0,022 \text{ pour } 100 ;$$

à $t_0 + 10°$

$$\frac{0,2585}{10} \times 1,614 + 0 = 0,042 \text{ pour } 100.$$

A mesure que I croît, les indications de l'appareil à une température quelconque présenteront, avec les indications de l'appareil à la température pour laquelle il est compensé, des écarts de plus en plus faibles, tandis qu'ils iront en augmentant pour les valeurs de I inférieures à 1 ampère. L'auteur montre ensuite que, si l'on associe à l'appareil non compensé un shunt S_1 calculé en tenant compte que le courant maximum que peut supporter le cadre est de 0,075 ampère, on constate toujours des écarts de beaucoup supérieurs à ceux que nous venons d'indiquer. En mettant en série avec l'appareil une résistance en fil de manganin assez élevée pour que, à 0,075 ampère, la tension aux bornes croisse de 0,15 à 0,738 volt, comme dans l'appareil compensé, c'est-à-dire une résistance

$$r_1 + r_2 = \frac{0,738}{0,075} = 9,840 \text{ ohms},$$

le coefficient de température s'abaissera à

$$\frac{2 \times 0,004}{9,84} = \frac{0,004}{4,21},$$

et l'erreur elle-même serait divisée par 4,21 mais restera néanmoins toujours plus grande, même pour

$$I_{max.} = 1 \text{ ampère},$$

que dans l'appareil compensé.

D'autre part, il est possible d'effectuer la compensation dans un sens tel que l'erreur de I soit au plus $100 \frac{E - E_T}{E}$. Soit, en effet,

$$R = \frac{(r_1 + r_2) r_3}{r_1 + r_2 + r_3} + r_4$$

la résistance de l'appareil compensé à t_0, on a

$$I = J\left(\frac{R}{S} + 1\right)$$
$$= i\left[\frac{r_1 + r_2}{S} + \frac{r_4}{S}\left(\frac{r_1 + r_2}{r_3} + 1\right) + \frac{r_1 + r_2}{r_3} + 1\right].$$

A une température $t_0 + t$, I devient I_t :

$$I_t = i\left[\frac{r_1 + r_2}{S}(1 + \alpha t) + \frac{r_4}{S}\left(\frac{r_1 + r_2}{r_3}\,\frac{1 + \alpha t}{1 + \beta t} + 1\right) + \frac{r_1 + r_2}{r_3}\,\frac{1 + \alpha t}{1 + \beta t} + 1\right].$$

Comme on suppose $I = I_t$, il faut que

$$(10) \qquad r_4 + S = r_3 \frac{\alpha(1 + \beta t)}{\beta - \alpha}.$$

Posons

$$\frac{I}{i} = m \quad \text{(pouvoir multiplicateur)},$$
$$r_4 + S = A,$$

on peut écrire

$$m = \frac{1}{S}\left[A\left(\frac{\gamma}{\alpha}\frac{r_2}{r_3} + 1\right) + \frac{\gamma r_2}{\alpha}\right].$$

En particulier, pour le galvanomètre choisi comme exemple, on trouvera les valeurs de α et A dans le Tableau ci-dessus, celles de A correspondant à la colonne r_4.

EXEMPLE. — $I_{max.} = 100$ ampères; alors

$$m = \frac{100}{0,075} = 1333,3 ;$$

si $\frac{r_3}{r_2} = 1$,

$$\alpha = 0,00163 \quad \text{et} \quad A = 1,440 \text{ ohm} ;$$
$$S = \frac{9,86}{1333,3} = 0,0074 \text{ ohm} ;$$
$$r_4 = 1,440 - 0,0074 = 1,4326 \text{ ohm}.$$

Avec ces instruments il est très avantageux d'employer des shunts analogues aux shunts universels et qui sont formés de plusieurs résistances réunies en série; la figure 2 représente un de ces shunts ; ceux pour $I_{max.} = 0,3$; 0,75; 1,5; 3; 7,5; 15; 30; 75, etc. ampères conviennent

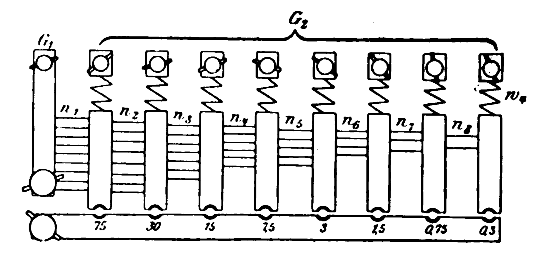


Fig. 2. — Shunt combiné pour donner plusieurs sensibilités par simple déplacement d'une cheville.

le mieux. Les bornes G_1 et G_2 sont réunies aux bornes A et B de l'ampèremètre; tandis que les deux bornes de gauche en bas de la figure sont reliées à la canalisation. Le calcul des résistances n_1, n_2, ..., n_6 se fait comme pour les shunts universels (¹). Aux intensités indiquées ci-dessus correspondent des pouvoirs multiplicateurs m égaux à 4, 10, 20, 100, 200, 400, 1000, etc. Pour que $S < A$, c'est-à-dire pour que r_4 soit positif, il faut prendre $\frac{r_3}{r_2} = 4$, ou $r_3 = 8$ ohms. Alors S est donné par la relation

$$S = \frac{13,20}{F}.$$

B. K.

(¹) *Voir* C. HEINKE, *Handbuch der Elektrotechnik*, t. II, 3ᵉ Partie, p. 103. — FEUSSNER, *Ampèremètre à plusieurs sensibilités* (*La Revue électrique*, t. I, 30 avril 1906, p. 242).

VARIÉTÉS.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS.

Excursion dans le sud de la France.

Un certain nombre de membres de la Société internationale des Électriciens ont fait, du dimanche 19 au vendredi 24 mars, un voyage d'études sous la conduite éminente de leur président, M. Bochet. L'organisation, préparée par M. de Valbreuze, secrétaire général de la Société, ne laissait rien à désirer. La plus franche cordialité a régné très vite entre les participants; et les relations qui se sont établies, entre les arrivants de Paris et leurs collègues de province, qui les attendaient à Lyon, n'auront pas été l'un des résultats les moins agréables ni les moins utiles du voyage.



Visite aux grilles de la chambre de mise en charge de l'usine de La Brillanne.

Le groupe parti de Paris qui comprenait, outre MM. Rochet et de Valbreuze, MM. le commandant Cordier, Dominé, Genon, Monmerqué, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, eut ainsi le plaisir de rencontrer en cours de route MM. Baillat, Ch. Bardot, Dumont, professeur Fabry, Graaf et l'enseigne de vaisseau Paquier.

Le programme comportait deux séries de visites : la première, consacrée au transport d'énergie Moutiers-Lyon, par courant continu série, du système Thury; la seconde aux installations des transports à haute tension, 50000 volts triphasés, de la Société L'Énergie électrique du Littoral méditerranéen.

I. Transport Moutiers-Lyon par courant continu série. — On connaît le principe de la distribution série. Les stations génératrices et réceptrices sont embrochées, en série, dans un circuit unique, formant boucle fermée, dans lequel les premières maintiennent un courant d'intensité constante, et de potentiel variable suivant les demandes d'énergie émanées des secondes.

Le circuit Moutiers-Lyon comprend deux usines génératrices : celle de Moutiers et celle de La Bridoire. Dans le plan définitif, qui prévoit la création d'une troisième usine génératrice, à La Rozière de Bozel-en-Savoie, ces trois usines seront montées en série l'une sur l'autre, et capables d'élever la tension jusqu'à 100000 volts continus; au régime de 150 ampères, la puissance ainsi transportée atteindra 15000 kilowatts; actuellement, Moutiers et La Bridoire, seules en service, sont reliées à l'usine de Vaux-en-Velins, près de Lyon, par deux canalisations distinctes, formant chacune une boucle séparée.

L'usine de La Bridoire travaille seule au régime de 150 ampères, et tous les groupes moteurs-transformateurs correspondants sont à l'usine de Vaux-en-Velins. Le circuit de Moutiers, au régime de 75 ampères, après avoir traversé cette dernière, où se trouvent deux groupes moteurs-transformateurs, ainsi que ses paratonnerres, gagne, par canalisation souterraine, la station de la rue d'Alsace, destinée à l'alimentation des tramways de Lyon.

Notre première série de visites comportait celle de la station d'utilisation de Vaux-en-Velins, exploitée par la Société grenobloise de Force et Lumière, et celle de l'usine génératrice de La Bridoire, installée par la Société hydro-électrique de La Bridoire, et dont l'exploitation est confiée pour cinq ans à la Société grenobloise de Force et Lumière.



Vue du groupe devant l'usine de La Brillanne.

Usine de Vaux-en-Velins. — A la descente du train, à Lyon, des automobiles, gracieusement mises à notre disposition par la Société grenobloise, nous conduisirent rapidement à l'usine.

Le rôle de cette usine est de fournir du courant à 10000 volts triphasé, vendu pour la distribution de la force dans la ville de Lyon. A la suite d'un arrangement avec la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône (Usine de Jonage), la fourniture du courant pour l'éclairage est également prévue.

Située à l'extrémité du faubourg de Villeurbanne, tout près de l'usine de Cusset des Forces motrices du Rhône, la station de Vaux-en-Velins ne reçoit pas seulement du courant continu série, mais également du triphasé haute tension.

Elle reçoit ainsi :

De Moutiers, du courant continu à la tension de 40000 volts;

De La Bridoire, du courant continu à la tension de 36000 volts;

De Séchilienne, du courant triphasé à 26000 volts;

De Bellegarde, du courant triphasé à 40000 volts.

Les conducteurs des quatre formes de courant sont rassemblés pour l'entrée à l'usine sur un même poteau. Les deux fils de Moutiers sont à la partie supérieure; ceux de La Bridoire sont posés à la partie inférieure, tandis que les fils triphasés sont disposés dans la partie intermédiaire.

A l'entrée des lignes triphasées sont établis, outre les paratonnerres, des limiteurs hydrauliques de tension.

Le courant triphasé est abaissé de 26000 à 10000 volts, et de 40000 à 10000 volts à l'aide de quatre transformateurs. Trois de ces transformateurs, d'une puissance respective de 2000 kilowatts, ont été fournis par la Société alsacienne de Constructions mécaniques; le quatrième, d'une puissance de 1800 kilowatts, a été fourni par Œrlikon. Tous sont à refroidissement par ventilation forcée.

La partie la plus importante de la surface de l'usine est occupée par la transformation du courant continu en alternatif triphasé 10000 volts. A l'entrée des conducteurs haute tension série dans l'usine, l'ensemble des machines et de la ligne est protégé par des parafoudres à cornes à soufflage magnétique. La transformation se fait au moyen de moteurs série, excités par le courant continu, et commandant des alternateurs triphasés, fournissant directement 10000 volts pour l'utilisation sur les barres générales.

L'ensemble d'un moteur série et d'un alternateur, accouplés par joint Raffard, constituant une unité, il y a deux groupes de ces unités disposés séparément. L'un est établi pour fonctionner sur la ligne de Moutiers, à 75 ampères, et comprend deux unités; l'autre, composé de trois unités, reçoit le courant de l'usine de La Bridoire, au régime de 150 ampères, qui doit être le régime définitif, quand Moutiers et La Bridoire fonctionneront sur la même boucle. Les moteurs série ont été fournis par la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève, tandis que les alternateurs sortent des ateliers du Creusot. Les moteurs sont du type à deux collecteurs et deux couronnes de pôles. Actuellement, chaque collecteur des unités du deuxième groupe fournit une moyenne de 3000 volts, ce qui donne 6000 volts par unité, et 18000 volts pour le groupe. En fait, l'usine de La Bridoire peut élever la tension jusqu'à 24000 volts et les moteurs sont calculés pour fournir une puissance de 1750 chevaux, à la vitesse de 428 tours par minute, et au régime de 9125 volts, soit 4562 volts par collecteur.

Le dispositif intéressant de ces machines est le réglage du couple moteur par décalage variable des balais, obtenu, grâce à un dispositif spécial, sans aucune étincelle. D'après les renseignements que nous a fournis l'ingénieur qui l'a spécialement étudié, Waldvogel, le principe du calcul de ce dispositif est le même que celui des machines à pôles de commutation. Au repos, les balais sont dans une position telle que le flux utile, résultant de ceux de l'inducteur et de l'induit, est nul; par rotation progressive de la couronne portant les balais, on l'amène à son maximum, et le couple moteur suit les mêmes variations. Le dispositif est d'une très grande souplesse et fonctionne sans aucune étincelle.

Hors service, la machine est en court-circuit sur son propre enroulement, par l'intermédiaire d'un interrupteur que nous appellerons l'interrupteur (1). Les points du réseau, auxquels doivent être reliées ses bornes pour la mise en service, sont eux-mêmes court-circuités par un interrupteur (2) doublé d'un interrupteur (3). Pour la mise en service, on réunit d'abord ces deux points aux deux bornes correspondantes de la machine par les interrupteurs de marche *a* et *b*, lesquels mettent simultanément en court-circuit les pôles de même nom des interrupteurs précédents. On ouvre alors, successivement, ces trois interrupteurs (1), (3), (2), et le courant du réseau traverse la machine.

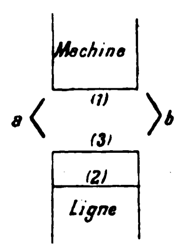


Schéma de la mise en marche d'un moteur.

Celle-ci ne tourne pas puisque les balais sont à la position du flux zéro. On décale alors progressivement les balais, jusqu'à ce que la machine ait pris sa vitesse normale, en entraînant l'alternateur.

Les appareils de mise en service et de régulation sont montés sur le socle même de la machine, de sorte que cette manœuvre se fait contre la machine même. A ce moment, l'homme qui est au tableau de distribution à 10000 volts, auquel est relié l'alternateur, et qui surveille son collègue de la machine série, excite progressivement l'alternateur, puis le couple sur le réseau. Il ne reste plus, alors, qu'à décaler les balais jusqu'à ce que l'ensemble ait pris sa charge normale.

Pendant la marche, la régulation se fait automatiquement à l'aide d'un servo-moteur, système Thury, à huile sous pression, agissant sur la couronne portant les balais.

Le groupe relié à Moutiers comporte les mêmes dispositifs. Il se compose de deux unités, moteur série et alternateur triphasé 10000 volts, pouvant fournir 725 chevaux, avec un courant de 75 ampères. En cas d'arrêt du transport des Moutiers, ils peuvent fonctionner comme groupe

générateur, pour alimenter, en courant continu, les moteurs série de la rue d'Alsace. Dans ce cas, l'alternateur triphasé fonctionne comme moteur et reçoit son courant des barres générales triphasées à 10000 volts de l'usine, où tous les courants d'utilisation sont réunis, et les moteurs série fonctionnent comme génératrices débitant sur les canalisations de la rue d'Alsace.

En résumé, les premières unités, celles fonctionnant sur La Bridoire, peuvent fournir 1730 chevaux, à raison de 428 tours par minute et en absorbant 9125 volts : ce qui porte la puissance du groupe à $3 \times 1730 = 5190$ chevaux installés.

Le groupe Moutiers fournit 2×725 soit 1450 chevaux;

Les usines de Bellegarde et de Séchilienne, 7800 k.v.a. ou environ 8000 chevaux, ce qui porte à 14640 chevaux la puissance installée à l'usine de Vaux-en-Velins.

Le soir, les voyageurs eurent le plaisir d'entendre M. Thury raconter la genèse de ses admirables travaux; d'admirer la volonté persévérante avec laquelle il sut vaincre les innombrables difficultés s'opposant à la réalisation de ses projets, et de fêter sincèrement l'homme admirable et de si excellent cœur, qui sut vaincre si allègrement les obstacles et qui, actuellement, étudie et prépare une nouvelle et très intéressante application de son système.

Usine de La Bridoire. — Le lendemain, le train nous déposait de bonne heure à la station de La Bridoire, où la Société hydro-électrique de La Bridoire, représentée par ses ingénieurs et, en particulier, par son administrateur délégué, M. Rival de Rouvelle, nous attendait pour nous conduire à son usine, en automobiles. L'usine est située au pied d'un escarpement, par lequel se termine de ce côté les hauteurs où se trouve le lac d'Aiguebelette, au pied de la montagne de l'Épine. Elle est alimentée par les eaux du lac. Les eaux sont amenées directement, du lac au droit de l'usine, par un tunnel formant conduite forcée et pouvant débiter 7 m³ à la seconde. A la sortie du tunnel, les eaux sont recueillies par deux conduites forcées qui les amènent directement à l'usine. A ce point de jonction du tunnel et des conduites sont disposés une cheminée et un reniflard. La différence de niveau entre le point de départ et les turbines est de 122 m, ce qui donne une disponibilité de 11000 chevaux. A la suite de l'usine, la Société a dû établir un lac de compensation pour la sécurité d'alimentation des riverains d'aval.

L'usine comprend quatre unités génératrices d'une puissance respective de 2000 chevaux à la vitesse de 428 tours et à la tension de 9125 volts, ce qui porte le voltage total disponible à environ 36000 volts.

Chaque unité se compose d'un générateur série à deux inducteurs, montés sur bâti commun à trois piliers, et de deux induits calés sur le même arbre. Les générateurs sont conduits par des turbines de la maison Piccard-Pictet, de Genève, montées sur le même bâti, et munies d'un régulateur par ajutage, commandant un servo-moteur à huile sous pression. Les génératrices de la Compagnie de l'Industrie électrique de Genève sont la copie exacte des moteurs de l'usine de Vaux-en-Velins.

Pour introduire une génératrice en service, on commence par lancer la turbine à la vitesse de régime, de manière à mettre le régulateur au point, puis, la vitesse atteinte, on met la génératrice en circuit, à l'aide d'interrupteurs identiques à ceux de Vaux-en-Velins, les balais étant à la position du flux zéro. On agit alors sur la couronne de balais, de manière à monter progressivement la charge. On fait actuellement donner seulement 6500 volts sous 150 ampères aux quatre unités que comprend l'usine.

En cas d'accident mettant brusquement la génératrice hors circuit, un temporiseur à huile empêche de remettre l'unité en service, avant que le régulateur de la machine série, à bobine et servo-moteur à huile, n'ait ramené les balais à la position du flux zéro.

Les départs sont protégés par des paratonnerres à cornes avec condensateurs, soufflage magnétique et court-circuit d'amorçage. Le nombre installé est de vingt appareils, destinés à protéger le réseau lorsqu'il fonctionnera à 100000 volts.

Les lignes aériennes ont 125 mm² de section et 86 km de longueur jusqu'à Vaux-en-Velins. Ajoutons qu'elles sont interchangeables avec celles de Moutiers qui traversent l'usine, les pôles pouvant de plus être intervertis pour parer à tout accident.

L'usine comporte également des groupes spéciaux pour l'excitation, et l'éclairage des villages voisins. Devant en donner, d'ici quelque temps, une description détaillée dans ce même journal, nous ne nous étendrons pas davantage.

Après la visite et une ascension des plus intrépides jusqu'au point où le tunnel sort du rocher, et où s'amorcent les conduites, les excursionnistes furent ramenés par les mêmes moyens au village de La Bridoire, où la Société hydro-électrique avait fait préparer un plantureux et succulent festin, que présida M. de Rouvelle. A ce déjeuner assistèrent les ingénieurs de la Société de La Bridoire et de la Grenobloise, que nous ne saurions trop remercier de leur inépuisable complaisance. Nous eûmes même le très grand plaisir de conserver, parmi nous, l'un d'eux, M. J. Graff, ingénieur principal de la Grenobloise, pendant la plus grande partie du voyage.

Au dessert, M. Thury prit à nouveau la parole pour nous préciser les circonstances où son système de transport série était le plus apte à rendre service, et nous avons été convaincus que, lorsqu'il s'agissait, par exemple, de transports à longue distance, avec des sources hydrauliques importantes, et des stations d'utilisation puissantes et espacées, il y avait intérêt à étudier sérieusement un projet de cette nature.

L'après-midi, la Société de La Bridoire eut l'amabilité de nous reconduire en automobiles jusqu'à la station de Lepin-Laiguebellette, ce qui nous permit de voir la prise d'eau et le superbe panorama du lac.

Nous ne saurions trop la remercier d'avoir clos pareillement cette journée.

(*A suivre.*) A.-L. RACAPÉ.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

Circulaire du Ministre des Travaux publics, en date du 10 novembre 1910, relative à l'organisation du contrôle communal des distributions d'énergie électrique.

Le Ministre
à Monsieur le Préfet du département d..........

A la suite de la circulaire du 8 octobre 1909, qui vous a chargé de rappeler aux maires l'obligation qui leur incombe d'organiser le contrôle des distributions communales d'énergie électrique, un assez grand nombre de municipalités ont confié leur contrôle aux agents de l'État.

La dévolution de ce service aux fonctionnaires relevant de l'Administration des Travaux publics a soulevé diverses questions nécessitant des instructions spéciales qui font l'objet de la présente circulaire. On a constaté d'abord que, dans la plupart des communes, les frais de contrôle perçus par application des articles 11 et 12 du décret du 17 octobre 1907 seront insuffisants pour couvrir même les frais de tournées et, en présence de cette situation, certains chefs de service ont proposé, soit de mettre les frais de contrôle à la charge des budgets communaux, soit de reverser dans les caisses du Trésor les sommes encaissées par les municipalités et de constituer ainsi dans chaque département un fonds global destiné à payer les déplacements et à rétribuer le service fait.

Après étude de la question par le Conseil général des Ponts et Chaussées, il a semblé qu'aucune de ces propositions n'était conciliable avec le texte de la loi du 15 juin 1906 et du décret du 17 octobre 1907, qui ont mis les dépenses du contrôle à la charge des concessionnaires ou permissionnaires.

Dans ces conditions, j'estime qu'on doit procéder de la manière suivante :

Les frais des tournées exécutées pour assurer le service d'un contrôle municipal devront être imputés tout d'abord sur le produit des frais de ce contrôle. Si ce produit est insuffisant, la différence sera payée sur le produit des frais du contrôle général de l'État, dans la limite des crédits mis par l'Administration à la disposition de chaque ingénieur en chef qui doit, dès lors, régler en conséquence lesdites tournées.

Si, au contraire, le produit des frais du contrôle municipal est supérieur aux dépenses proprement dites du service, la différence devra être allouée aux agents chargés de ce service, à titre d'indemnité.

Les allocations supplémentaires que l'État peut accorder à ses agents, en sus du remboursement de leurs frais de tournées, pour le contrôle des distributions d'énergie électrique, seront calculées en tenant compte, non seulement des distributions qu'ils contrôlent pour l'État, mais aussi de celles qu'ils contrôlent pour les communes.

J'ajoute, en terminant, que je ne verrais que des avantages à ce que, sans toucher à l'organisation du contrôle de l'État, le contrôle municipal soit confié à un nombre d'agents aussi réduit que possible, de telle sorte que chacun d'eux ait à contrôler un nombre de distributions assez grand, pour que le total des frais de contrôle recouvrés permette d'allouer aux intéressés une rémunération suffisante.

J'adresse ampliation de la présente circulaire à M. l'Ingénieur en chef de votre département.

Le Ministre des Travaux publics,
des Postes et des Télégraphes,
L. Puech.

Circulaire du Ministre du Travail, en date du 31 janvier 1911, relative au régime de contrôle applicable aux installations électriques établies temporairement sur les dépendances du domaine public.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale
à MM. les Inspecteurs divisionnaires du Travail.

Le décret du 11 juillet 1907 sur la sécurité des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques, n'est pas applicable, aux termes de son article 17, en dehors de l'enceinte des usines de production, aux distributions d'énergie électrique réglementées en vertu de la loi du 15 juin 1906.

L'application de cette loi étant assurée par le Ministre des Travaux publics, les principes d'après lesquels la compétence respective des deux départements ministériels doit être définie en matière de sécurité, au point de vue électricité, ont été définis dans la circulaire du 12 mai 1908.

La question s'est posée, depuis, de savoir le régime de contrôle qui doit être appliqué aux installations électriques établies, à titre temporaire, sur les dépendances du domaine public, comme celles des foires, fêtes publiques, fêtes locales, etc.

Cette question d'espèce a été tranchée, en ce qui concerne le Service des Ponts et Chaussées, par une décision de M. le Ministre des Travaux publics, en date du 23 septembre dernier, dont vous trouverez le texte ci-après. Je vous prie de vous inspirer également de cette décision pour la solution des questions de même nature que vous serez amené à examiner.

Il est d'ailleurs bien entendu que les ouvrages visés dans la décision ci-jointe, qui ne relèvent pas du contrôle du Service des Ponts et Chaussées, ne sont pas soumis nécessairement à la surveillance de l'Inspection du Travail; celle-ci n'a le contrôle de ces ouvrages que tant qu'ils dépendent d'établissements assujettis à la loi des 12 juin 1893-11 juillet 1903 et en ce qui concerne exclusivement la sécurité des travailleurs. (Décret du 11 juillet 1907.)

Par contre, la compétence de la police, en ce qui concerne la surveillance des ouvrages précités, est beaucoup plus étendue, puisqu'elle n'est pas limitée aux établissements visés par la loi des 12 juin 1893 et 11 juillet 1903, et qu'elle peut intervenir, non seulement dans l'intérêt des travailleurs, mais aussi du public.

Dans ces conditions, le service de l'Inspection pourra n'intervenir spécialement dans la surveillance des ouvrages dont il s'agit, que dans les cas où la sécurité du personnel serait particulièrement intéressée.

Je vous adresse ci-joint un nombre suffisant d'exemplaires de la présente circulaire dont vous assurerez l'envoi aux Inspecteurs placés sous vos ordres.

Le Ministre du Travail
et de la Prévoyance sociale,
L. Lafferre.

ANNEXE.

Lettre du 23 septembre 1910 du Ministre des Travaux publics à M...., Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

Vous m'avez transmis, en me demandant mes instructions, un rapport dans lequel M........, Ingénieur en chef des Télégraphes, chargé du contrôle technique des distributions d'énergie électrique en..........., soulève la question de savoir quel est le rôle du service



de contrôle en matières d'installations électriques établies temporairement comme celles des foires, fêtes publiques, fêtes locales, etc., sur les dépendances du domaine public.

Après avoir pris l'avis de la Commission des distributions d'énergie électrique, j'estime que le service du contrôle doit s'inspirer des règles suivantes :

1° Les ouvrages électriques établis provisoirement et pour une durée très limitée (foires, fêtes publiques ou locales), sur les dépendances du domaine public, doivent être répartis en deux catégories :

a. Ouvrages de production et d'utilisation ;

b. Ouvrages de distribution.

Ces derniers ouvrages seuls (ouvrages de distribution) et seulement dans le cas où ils seront établis en tout ou en partie sur des voies publiques restant affectées à la circulation, sont soumis à la réglementation de la loi du 15 juin 1906.

Les ouvrages de production et d'utilisation sont soumis à la surveillance tant de l'inspection du travail que de la police locale.

2° Les ouvrages de distribution *b* qui sont les seuls à examiner peuvent être répartis en trois espèces, et pour chaque espèce les conditions d'établissement et d'exploitation peuvent être précisées ainsi qu'il suit :

A. *Distributions de la première espèce*. — Ce sont celles qui sont établies en empruntant l'énergie à des canalisations existantes régulièrement autorisées et établies en vertu de permissions de voirie ou de concessions.

Afin de donner toute facilité aux intéressés (distributions d'énergie et forains) pour l'établissement des canalisations constituant ces distributions, tout en sauvegardant en même temps la sécurité publique, il convient d'assimiler ces canalisations à des branchements et de leur appliquer le régime particulier prévu par l'article 35 du décret du 3 avril 1908.

B. *Distributions de la deuxième espèce*. — Ce sont les distributions établies par les forains à l'intérieur et dans la limite de leurs installations, alimentées par des générateurs situés à l'intérieur des susdites installations, sans canalisation venant de l'extérieur et empruntant la voie publique.

Dans ce cas, les canalisations sont situées à l'intérieur d'installations établies, il est vrai, momentanément sur la voie publique, mais qui soustraient à la circulation, du fait même de leur établissement, les parties de la voie publique qu'elles occupent. Par suite, il n'y a pas lieu d'appliquer à ces canalisations la loi du 15 juin 1906 et ces installations électriques rentrent ainsi dans le cas ci-dessus examiné (1°, *a*).

C. *Distributions de la troisième espèce*. — Ce sont celles qui sont alimentées par du courant venant de l'extérieur au moyen de canalisations électriques empruntant tout ou partie des voies publiques et n'appartenant pas à des distributions régulièrement autorisées, soit par permission de voirie, soit par concession. Un cas particulier de cette espèce serait le cas d'un forain faisant le commerce de distribution d'énergie et alimentant d'autres forains au moyen de canalisations partant de son propre générateur et empruntant ou traversant des voies publiques.

Dans ce cas, le distributeur de courant qui en fait le commerce doit, en temps opportun, adresser les demandes et se munir des permissions ou autorisations nécessaires.

Je vous prie de faire part de ces instructions à M. l'Ingénieur en chef......

Le Ministre des Travaux publics,
des Postes et des Télégraphes,
A. Millerand.

Loi portant prorogation de 6 mois du délai accordé, à peine de forclusion, par l'article 128 de la loi du 8 avril 1910, pour l'introduction des actions en reconnaissance des droits acquis sur les cours d'eau figurant au Tableau annexé à l'ordonnance du 10 juillet 1835 et modifié par les décrets postérieurs de classement et de déclassement.

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article unique. — Le délai prévu par l'article 128 *in fine* de la loi du 8 avril 1910 est prorogé jusqu'au 8 octobre 1911.

La présente loi, délibérée et adoptée par le Sénat et par la Chambre des députés, sera exécutée comme loi de l'État.

Fait à Paris, le 7 avril 1911.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

Le Ministre des Travaux publics,
des Postes et des Télégraphes
Ch. Dumont.

(*Journal officiel* du 8 avril 1911.)

Avis du Ministre des Finances relatif au classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816).

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES.

La Direction générale des Douanes porte à la connaissance des personnes intéressées les assimilations et classifications dont le relevé suit et qui, en ce qui concerne les assimilations, entreront en vigueur dans les délais fixés par l'article 2 du décret du 5 novembre 1870, soit, à Paris, un jour franc après la publication du *Journal officiel* et, partout ailleurs, dans l'étendue de chaque arrondissement, un jour franc après l'arrivée au chef-lieu de l'arrondissement du journal qui les contient.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	INDICATION DES ARTICLES DU TARIF AVEC LESQUELS LES PRODUITS DÉSIGNÉS CI-CONTRE ONT ÉTÉ CLASSÉS ET DONT ILS SUIVRONT LE RÉGIME.
Arbres droits en fer ou acier avec bagues en cuivre ou en bronze.	*Arbres droits en fer ou acier* (n° 533 *ter*).
Caoutchouc refondu en masse ou plaques et dévulcanisé.	*Caoutchouc brut* (n° 119).
Entrées en porcelaine avec raccord en cuivre ou fer, pour canalisations électriques.	*Droit afférent à chaque élément* (n°s 347 *bis*, 572, 567 ou 567 *bis*)
Phares pour automobiles avec réflecteur argenté non facilement séparable et pièces électriques simplement vissées.	*Ouvrages argentés* (n° 496). Pièces électriques à taxer séparément.
Pièces de machines constituées par un tube en fer ou acier travaillé et transformé.	*Pièces détachées de machines*, selon l'espèce.

Désignation des marchandises.	Indication des articles du tarif avec lesquels les produits désignés ci-contre ont été classés et dont ils suivront le régime.
Rails-glissières en fer ou acier pour caniveaux de tramways électriques :	
Bruts ou simplement percés de trous pour le passage des boulons.	*Rails de fer ou d'acier* (n° 213).
Amincis et rabotés ou autrement travaillés.	*Matériel fixe de chemin de fer* (n° 525).
Régulateur électrique pour la conduite des machines de papeterie, comportant un moteur électrique, un transformateur et des organes de raccordement.	*Droit afférent à chaque appareil* ou *organe*.
Tiges de fer ou d'acier entourées de micanite pour la fabrication des interrupteurs électriques.	*Objets en mica, micanite, etc.* (n° 620 *ter*).
Transporteurs par voie aérienne (chariot de roulement actionné par une dynamo, wagonnets-bennes et treuil électrique).	*Appareils de levage* (n° 525 *bis*). Moteur et engins électriques à taxer à part.
Ventilateurs électriques pour feux de forge.	*Appareils électrotechniques* (n° 524 *bis*).

(*Journal officiel* du 3 avril 1911.)

Arrêté préfectoral relatif à la revision de la liste électorale du Conseil de prud'hommes de Paris.

Le Sénateur, Préfet de la Seine,

Vu la loi du 27 mars 1907, ensemble les instructions ministérielles relatives à l'application de la ladite loi;

Vu le décret du 23 mars 1908, qui a réorganisé le Conseil de prud'hommes de Paris et établi une classification des professions industrielles et commerciales justiciables dudit Conseil; ensemble les annexes contenant, pour chacune des cinq sections, la nomenclature desdites professions,

Arrête :

Article premier. — Sont invités à se présenter à la mairie de leur domicile, à l'effet de justifier de leur droit à être inscrits sur les listes électorales prud'hommes :

1° Les citoyens exerçant une des professions nominativement désignées dans les annexes du décret susvisé et remplissant les autres conditions déterminées par l'article 5 de la loi reproduit ci-après :

2° Les femmes remplissant les conditions de nationalité, d'âge, d'exercice de la profession, de domicile et de capacité stipulées par le paragraphe final du même article.

Les bureaux chargés de recevoir les déclarations seront ouverts dans chaque mairie, tous les jours, y compris les dimanches, du samedi 1er au jeudi 20 avril 1911 inclusivement, de 10 h du matin à 4 h du soir, et, en outre, les huit derniers jours, de 8 h à 10 h du soir.

MM. les Maires des arrondissements de Paris et des communes des arrondissements de Saint-Denis et de Sceaux, assistés, conformément à la loi, de trois assesseurs, inscriront sur la liste électorale les citoyens et les femmes qui satisfont notoirement à toutes les conditions exigées.

Art. 2. — Aussitôt après l'expiration du délai ci-dessus fixé, MM. les Maires transmettront à la Préfecture de la Seine les différents tableaux de la liste électorale de leur arrondissement ou de leur commune.

Art. 3. — La liste générale des électeurs du département sera ensuite dressée et provisoirement arrêtée. Une affiche ultérieure fera connaître l'époque à laquelle le dépôt légal des listes sera effectué, ainsi que le mode à suivre pour la production des réclamations.

Art. 4. — Le présent arrêté sera affiché à Paris et dans les communes des arrondissements de Saint-Denis et de Sceaux.

Fait à Paris, le 20 mars 1911.

J. de Selves.

(*Bulletin municipal officiel* du 25 mars 1911.)

Avis d'enquête relatif à une demande de concession pour distribution d'énergie électrique dans Paris.

Le public est prévenu qu'en exécution d'un arrêté préfectoral en date du 11 mars 1911, une enquête relative à une demande de concession pour la distribution d'énergie électrique dans Paris, formée par la Société « l'Énergie électrique du département de la Seine », sera ouverte pendant huit jours, du 20 au 27 mars 1911, à l'Hôtel de Ville (direction administrative des Travaux de Paris, bureau de la Voie publique, de l'Éclairage et du Métropolitain).

Toute personne est invitée à consigner ses observations de 11 h à 4 h, excepté le dimanche, sur le registre qui sera ouvert, à cet effet, à l'Hôtel de Ville, où un exemplaire du projet sera déposé.

Paris, le 13 mars 1911.

Le Sénateur, Préfet de la Seine,

J. de Selves.

Par le Préfet :

Le Secrétaire général de la Préfecture,

Armand Bernard.

(*Bulletin municipal officiel* du 16 mars 1911.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Ville de Longwy contre Compagnie du Gaz de Longwy [1] (Conseil d'État, 11 novembre 1910).

Sommaire. — Une commune qui a concédé à une Compagnie d'éclairage par le gaz le privilège exclusif, pendant 50 ans, d'établir et d'entretenir sur les routes, places et terrains dépendant de la Ville, les tuyaux nécessaires pour la conduite et la distribution du gaz, a entendu lui concéder le service de l'éclairage, tant public que particulier, à l'aide du gaz, pendant toute la durée du traité.

Et si le traité n'a pas prévu le cas où la commune voudrait faire profiter ses habitants de la découverte d'un nouveau mode d'éclairage, le silence de la convention à cet égard ne suffit pas pour permettre à la Ville de paralyser les droits de son concessionnaire du service de l'éclairage, en accordant des autorisations de voirie ou une concession pour l'établissement d'une industrie concurrente, alors qu'en 1876, époque à laquelle a été passé le traité du gaz, rien, dans l'état

[1] Les adhérents du Syndicat professionnel des Usines d'électricité ont reçu le texte de cet arrêt dans la Circulaire n° 98.



de la science, n'indiquait la possibilité de distribuer, au moyen de conducteurs établis sur le domaine public, l'énergie électrique produite sur un point déterminé, pour obtenir la lumière aux divers lieux d'emploi.

On ne saurait, en pareil cas, comme on le devrait s'il s'agissait d'un contrat passé peu d'années plus tard, admettre que l'usage d'un mode d'éclairage électrique, susceptible de faire l'objet d'une concession ou d'autorisation de voirie, soit entré dans les communes intentions des parties.

En conséquence, la concession donnée à l'entrepreneur de l'éclairage électrique constitue une violation des obligations consenties par la commune à l'égard de la Compagnie concessionnaire du gaz et celle-ci est fondée à demander réparation du préjudice à elle causé par le manque à gagner sur la vente du gaz par suite de la concession accordée pour l'éclairage électrique.

Dès lors, c'est à bon droit que le Conseil de préfecture a ordonné une expertise pour évaluer ce préjudice et qu'il a décidé que les experts auraient à rechercher : 1° Quel a été le préjudice causé à la Compagnie du Gaz jusqu'au jour de l'expertise; 2° Quelle est l'indemnité à allouer, dans le cas où la Ville ne ferait pas cesser le dommage.

C'est, au surplus, au Conseil de préfecture qu'il appartiendra d'apprécier, pour déterminer le droit à indemnité pour l'avenir, et s'il y a lieu, les bases de cette indemnité, la situation née, entre les parties, de la mise en demeure adressée par la Ville, postérieurement à l'arrêté attaqué, à la Compagnie du Gaz, d'avoir à lui faire connaître si elle entend assurer le service de l'éclairage électrique.

NOTE.

Cet arrêt, rendu dans l'affaire de Longwy, doit être considéré comme fixant définitivement la jurisprudence adoptée par le Conseil d'Etat en ce qui concerne l'interprétation des traités d'éclairage par le gaz ne contenant pas de stipulations relatives à la mise en pratique de la découverte d'un nouveau mode d'éclairage.

On peut se souvenir que, par un premier arrêt, rendu le 22 juin 1900, à l'égard de la Compagnie du Gaz de Maromme, le Conseil d'Etat avait décidé que « si le traité du gaz n'a pas prévu le cas où la commune voudrait faire profiter ses habitants de la découverte d'un autre mode d'éclairage, le silence de la convention ne suffit pas pour permettre à la Ville de paralyser l'exercice des droits de son concessionnaire du service de l'éclairage en accordant des autorisations de voirie nécessaires à l'établissement d'une industrie concurrente, alors qu'elle n'a pas mis le concessionnaire en demeure de fournir la lumière électrique aux conditions offertes par l'entrepreneur de ce nouvel éclairage », et qu'en conséquence c'était à bon droit que le Conseil de préfecture avait ordonné une expertise à l'effet d'évaluer le préjudice causé à la Compagnie du Gaz par suite des autorisations données à l'entrepreneur de l'éclairage électrique (voir la *Circulaire* du Syndicat, n° 38).

Dans la suite, un arrêt de Conseil d'Etat du 10 janvier 1902, rendu dans une affaire du Gaz de Déville (Voir la *Circulaire*, n° 49), développait la pensée de la Haute Juridiction à l'égard de ce genre de traité, en déclarant : « que le silence gardé sur ce point (la découverte d'un nouveau mode d'éclairage) par les premières conventions de 1874 est facile à expliquer et doit être interprété en faveur de la Compagnie du Gaz; qu'il en est autrement du défaut de toute stipulation dans le traité de prorogation intervenu en 1887, époque où, au moyen de l'électricité, l'éclairage fonctionnait déjà dans les localités voisines; qu'à cet égard les parties sont en faute de n'avoir pas manifesté expressément leur volonté, ce qui met le juge dans l'obligation d'interpréter leur silence et de rechercher quelle a été, en 1887, leur commune intention; qu'il sera fait droit à ce qu'il y a de fondé dans leurs prétentions contraires en reconnaissant à la Compagnie du Gaz le privilège de l'éclairage par n'importe quel moyen, et à la commune de Déville la faculté d'assurer ce service au moyen de l'électricité, en le concédant à un tiers dans le cas où la Compagnie requérante, dûment mise en demeure, refuserait de s'en charger aux conditions acceptées par ce dernier.... »

Cet arrêt, il faut bien le dire, tout en confirmant par une sorte de commentaire la jurisprudence du précédent, en limitait la portée par une restriction importante, relative au droit de la Ville de mettre la Compagnie du Gaz en demeure de se prononcer sur la mise en application du nouvel éclairage aux conditions offertes par l'entrepreneur qui en sollicitait la concession : ce droit, en effet, n'était plus reconnu d'une façon générale, comme il paraissait l'être dans l'arrêt du 22 juin 1900; d'après l'arrêt du 10 janvier 1902, la Ville ne pouvait s'en prévaloir que parce que le traité de prorogation du Gaz avait été passé à une époque où l'éclairage électrique fonctionnait déjà dans les localités voisines; antérieurement à cette époque, le silence gardé par les premiers traités s'expliquait et devait être interprété en faveur de la Compagnie du Gaz.

L'importance de cette restriction est maintenant démontrée, car c'est elle qui est la base de la décision rendue dans l'affaire de Longwy, dont nous rendons compte aujourd'hui.

On retrouve, d'ailleurs, la même restriction exprimée, tout au moins implicitement, dans le passage suivant de l'arrêt rendu le 23 novembre 1906, dans l'affaire de Pamiers (Voir la *Circulaire*, n° 82).

« Considérant que si, à l'époque où a été passé ce traité, l'éclairage au moyen de l'électricité n'était pas encore d'une pratique courante, il avait néanmoins reçu des applications assez nombreuses et assez importantes pour qu'il dût entrer, dans les prévisions communes des parties, que faute par elles d'avoir introduit dans le marché des stipulations faisant connaître leurs intentions, en ce qui concerne cet éclairage, il y a lieu, dans le silence de la convention, de reconnaître à la Société le privilège de l'éclairage par n'importe quel moyen, en admettant toutefois la faculté pour la Ville d'assurer ce service au moyen de l'électricité, en le concédant à un tiers, mais seulement dans le cas où la Société, dûment mise en demeure, refuserait de s'en charger aux conditions acceptées par ce dernier.... »

Le traité du Gaz de Pamiers remontait au 16 décembre 1880, c'est-à-dire à une époque postérieure à l'Exposition universelle de 1878, pendant laquelle on avait pu voir des essais importants d'éclairage électrique pratiqués soit dans l'avenue de l'Opéra, soit dans l'intérieur de l'Exposition. Dans notre commentaire de l'arrêt du 23 novembre 1906 (*Circulaire* n° 82), nous faisions observer que d'autres essais dignes d'attirer l'attention des municipalités avaient eu lieu également lors d'une exposition d'électricité en 1875 et que, d'ailleurs, dans son arrêt du 22 juin 1900, le Conseil d'Etat n'avait fait aucune espèce de restriction à l'égard du traité du gaz de la Ville de Maromme, qui datait du 28 juin 1875.

Cette dernière considération, surtout, aurait pu donner à penser que, pour la Ville de Longwy, dont le traité, datant du 15 avril 1876, se trouvait par conséquent postérieur de près d'un an à celui de la Ville de Maromme, le Conseil d'Etat aurait adopté une solution conforme à celle de son arrêt du 22 juin 1900 et décidé, tout au moins, que la Ville aurait dû, avant de concéder l'éclairage électrique, mettre la Compagnie du Gaz en demeure d'assurer le service du nouvel éclairage aux conditions offertes par l'entrepreneur qui en avait sollicité la concession. Une telle décision aurait eu pour la Ville l'avantage de diminuer le chiffre de l'indemnité à allouer à la Compagnie du Gaz, parce qu'au cours de l'instance elle avait signifié, tardivement il est vrai, mais suffisamment pour limiter le cours des dommages-intérêts, pareille mise en demeure à la Compagnie.

Mais tel n'a pas été l'avis du Conseil d'Etat. Reprenant, dans son arrêt du 11 novembre 1910, à l'égard de la Ville de Longwy la distinction qu'il avait formulée nettement dans son arrêt du 10 janvier 1902, concernant le traité du Gaz de Déville, il en déduit qu'il y a lieu d'interpréter le traité du Gaz de Longwy, comme n'ayant pu contenir aucun prévision des parties à l'endroit d'un

mode d'éclairage électrique « susceptible de faire l'objet d'une concession ou d'autorisation de voirie » :

« Considérant, déclare le Conseil d'Etat..., qu'en effet, si, en 1876, la lumière électrique produite au lieu même de l'emploi était connue, rien dans l'état de la science n'indiquait la possibilité de distribuer, au moyen de conducteurs établis sur le domaine public, l'énergie électrique produite sur un point déterminé, pour obtenir la lumière aux divers lieux d'emploi : qu'on ne saurait donc, comme on le devrait s'il s'agissait d'un contrat passé peu d'années plus tard, admettre que l'usage d'un mode d'éclairage électrique susceptible de faire l'objet d'une concession ou d'autorisation de voirie soit entré dans les communes intentions des parties contractantes.... »

Nous ne discuterons pas ce que vaut l'appréciation du Conseil d'Etat au point de vue technique et nous ne rechercherons pas, par conséquent, si, en 1876, on ne pouvait réellement pas prévoir la possibilité de distribuer à distance l'énergie électrique pour l'éclairage, au moyen de conducteurs établis sur le domaine public. Mais ce que nous tenons à faire ressortir, c'est la contradiction qui existe entre l'arrêt que nous commentons ici et celui qui avait été rendu le 22 juin 1900 dans l'affaire de Maromme.

Prenons, en effet, le traité du Gaz de Maromme et celui du Gaz de Longwy : ces deux traités ne prévoient, ni l'un ni l'autre, l'application de la découverte d'un mode d'éclairage autre que le gaz; or, en ce qui concerne le traité de Maromme, qui est de 1875, le Conseil d'Etat interprète le silence de la convention comme autorisant la Ville à concéder l'éclairage électrique à une autre entreprise que la Compagnie du Gaz, à la condition d'avoir préalablement mis la Compagnie en demeure de fournir la lumière électrique aux conditions offertes par l'entrepreneur du nouvel éclairage; tandis que, lorsqu'il s'agit du traité de Longwy, qui est de 1876, la Haute Juridiction refuse précisément à la Ville cette même faculté, reconnue précédemment à la Ville de Maromme. Et quelle raison le Conseil d'Etat donne-t-il de cette dernière décision? Qu'en 1876 la distribution de l'énergie électrique pour l'éclairage, au moyen de conducteurs établis sur le domaine public, n'était pas encore connue et que, par conséquent, ce mode d'éclairage électrique ne pouvait entrer dans les prévisions des parties contractantes!... Mais n'en était-il pas de même, à plus forte raison, en 1875, époque à laquelle remonte le traité du Gaz de Maromme, que l'arrêt du 22 juin 1900, sans dire un mot d'ailleurs de cette circonstance, a interprété dans un sens absolument contraire? Alors, pourquoi cette différence d'interprétation à l'égard de deux traités semblables et datant, à peu de chose près, de la même époque?

Pourquoi?

Parce que le Conseil d'Etat, lorsqu'il a rendu sa décision dans l'affaire de Maromme, n'avait pas pensé à faire la distinction restrictive qu'il a formulée dans son arrêt relatif à l'affaire de Déville, et que c'est précisément cette distinction qui l'a entraîné à juger, dans l'affaire de Longwy, tout le contraire de ce qu'il avait décidé pour Maromme.

Or, peut-on dire que cette distinction s'imposait?

En aucune façon; et l'on peut même penser qu'elle n'apparaît comme vraiment utile que pour le maintien du privilège absolu du service de l'éclairage au profit d'un certain nombre de Compagnies d'éclairage au gaz, aussi anciennes ou plus anciennes que la Compagnie du Gaz de Longwy, que la jurisprudence du Conseil d'Etat, dans l'affaire de Maromme, aurait exposées à se trouver dans l'alternative d'opter pour l'installation de l'éclairage électrique aux conditions offertes à la Ville par une autre entreprise, ou de supporter la concurrence de l'électricité sans indemnité.

Mais, à part cette considération uniquement favorable aux Sociétés gazières, on ne voit, au point de vue juridique, aucun argument vraiment sérieux pour justifier la distinction adoptée par le Conseil d'Etat dans l'affaire de Déville et maintenue ou accentuée par les arrêts rendus dans la suite. Bien au contraire, cette distinction apparaît plutôt comme en désaccord avec la jurisprudence aux termes de laquelle le Conseil d'Etat avait maintes fois décidé : qu'un traité d'éclairage au gaz, bien que réglementant uniquement l'éclairage par le gaz, n'en comporte pas moins pour la Ville concédante l'interdiction d'autoriser ou de favoriser sur son territoire tout établissement d'entreprise d'éclairage électrique pouvant faire concurrence à la Compagnie concessionnaire du service de l'éclairage par le gaz si la Ville, en imposant à celle-ci, par un article du traité, l'obligation de la faire ou de la laisser profiter, dans les conditions déterminées, de l'application des découvertes futures, a par cela même précisé le sens et la portée des engagements qu'elle contractait envers son concessionnaire et du droit exclusif qu'elle entendait lui concéder (Conseil d'Etat, 26 décembre 1891, Saint-Etienne, *Rev. Lebon*, p. 789; 8 février 1895, La Rochelle, *Lebon*, p. 126; 26 mars 1897, Ville de Flers, *Circulaire* du Syndicat, n° 4; 26 novembre 1897, Villes de Provins et de Bar-le-Duc, *Circulaire* n° 12 et n° 14). En effet, dès lors que le traité du gaz ne renfermait aucune clause de ce genre, il semblait devoir en résulter, *a contrario*, que l'interdiction, pour la Ville, d'accorder des autorisations ou une concession à une entreprise d'éclairage électrique ne pouvait exister, du moins avec la même rigueur.

Sous ce rapport, l'arrêt du 22 juin 1900, rendu dans l'affaire de Maromme, semblait concilier très heureusement les droits de la Ville avec les intérêts de la Compagnie du Gaz, en permettant à la Ville de concéder l'éclairage électrique à tout entrepreneur, sous la seule condition d'avoir mis préalablement la Compagnie en demeure de fournir le nouvel éclairage aux conditions offertes par cet entrepreneur. C'était là une solution très élégante de la question de l'éclairage électrique dans le cas où le traité du gaz ne prévoyait pas l'application d'un nouveau mode d'éclairage, et qui pouvait s'appliquer à tous les traités de ce genre, sans qu'il fût besoin d'aucune distinction relative à l'époque à laquelle était intervenu le traité. Car, il faut bien le remarquer, la Ville et le concessionnaire du gaz auraient pu être généralement considérés comme *en faute de n'avoir pas expressément manifesté leur volonté* à l'égard de l'application éventuelle d'un nouveau mode d'éclairage autre que le gaz; il y a, en effet, un assez grand nombre de traités de gaz, antérieurs de beaucoup au traité du gaz de Longwy, qui prévoient la découverte d'un nouveau système d'éclairage et les conditions dans lesquelles il pourrait être appliqué, pour qu'on puisse admettre que, sans connaître l'éclairage électrique, les parties contractantes auraient toujours dû insérer dans le traité du gaz des stipulations à l'égard des *découvertes futures* et *qu'elles ont été en faute de ne pas l'avoir fait.*

Il est vraiment fâcheux que le Conseil d'Etat n'en ait pas jugé ainsi. En limitant, par une distinction sans nécessité sérieuse, à la seule circonstance que l'éclairage électrique pouvait être prévu dans l'état de la science, la portée d'un raisonnement très justement basé sur la faute commune résultant du silence des parties à l'égard de l'application éventuelle d'un nouveau mode d'éclairage (qui aurait pu être quelconque et tout autre que l'électricité), le Conseil d'Etat a adopté, à notre avis, une jurisprudence sujette à critique, dont la conséquence a été de donner de deux traités identiques, quant à la question litigieuse et aux circonstances dans lesquelles elle se posait, deux interprétations absolument opposées. Or, une telle contradiction, de la part d'une aussi haute juridiction, peut toujours paraître regrettable, surtout lorsqu'il s'agit d'intérêts aussi considérables que ceux mis en jeu par la question de l'éclairage au moyen de l'électricité de villes déjà éclairées au gaz.

Charles SIREY,
Avocat à la Cour de Paris.



Tome XV. **N° 176. — 28 avril 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Les **séances de Pâques de la Société française de Physique** constituent une attraction scientifique à laquelle participent un nombre toujours croissant des sociétaires de province. Elles ont été cette année particulièrement intéressantes, trois savants physiciens étrangers ayant accepté l'invitation du Comité de venir exposer les résultats de leurs recherches.

Le professeur P. Zeeman, de l'Université d'Amsterdam, a, dans une conférence des plus documentée, entretenu la Société du *cas général de la décomposition magnétique des raies spectrales et son application dans l'Astrophysique.* Cette conférence était donnée, le mercredi 19 avril, dans le vaste amphithéâtre de Physique de l'École Polytechnique.

Le lendemain avait lieu, dans l'amphithéâtre de Physique de la Faculté des Sciences, une conférence de Sir William Ramsay, de l'Université de Londres, sur *la pesée des quantités minimes et son application aux problèmes de radioactivité.*

La troisième conférence, qui fut faite également dans l'amphithéâtre de la Faculté des Sciences, est due à M. Planck, de l'Université de Berlin, et avait pour titre : *Sur l'énergie et la température.*

Bien que plusieurs des points envisagés par les trois conférenciers aient des attaches intimes avec l'électricité, nous ne pouvons analyser ces conférences et devons nous borner à les signaler. Elles seront d'ailleurs publiées en entier, à bref délai croyons-nous, dans le *Journal de Physique*, qui, ainsi que nous le disions dans le dernier numéro, est devenu, depuis janvier dernier, l'organe de la Société française de Physique.

Deux autres conférences ont aussi été faites pendant les séances de Pâques. Dans l'une, le commandant Ferrié a exposé l'installation et le fonctionnement de la *station radiotélégraphique de la Tour Eiffel.* Dans l'autre, M. P. Langevin, professeur au Collège de France, a montré l'*emploi de l'électromètre à quadrants pour réaliser les expériences de cours en Électrostatique.*

La conférence du commandant Ferrié constituait une introduction à la visite de la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel qui fut effectuée, par petits groupes, pendant les journées du mercredi et du jeudi. Grâce à la description qui en avait été donnée dans la conférence, grâce aussi aux explications détaillées fournies aux visiteurs par le commandant Ferrié et ses collaborateurs, cette visite fut des plus instruc-

tive. D'ailleurs la Société de la Tour Eiffel avait tenu à joindre l'agréable à l'utile en conviant les membres de la Société de Physique à effectuer gratuitement l'ascension de la Tour et à jouir du magnifique panorama que l'on embrasse des diverses plates-formes.

Comme chaque année, une Exposition était organisée dans les salles de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. A côté des lampes à arc Bardon, Conta, Beck, Astra, des perles électriques Weissmann, etc., on y trouvait un nouveau mode d'éclairage, que beaucoup de visiteurs voyaient pour la première fois : l'éclairage par luminescence du néon de Georges Claude. Plusieurs appareils électriques, tels que le transformateur statique de fréquence de Maurice Joly; l'abaisseur de tension de M. L. Neu, décrit récemment dans ces colonnes [1], le condensateur Boucherot, les instruments de mesures de la Cambridge scientific Instrument C°, le phasophone Stephenson, etc., attiraient également l'attention. Nos lecteurs en trouveront la description dans un article dont notre collaborateur, M. Armagnat, a bien voulu se charger et qui paraîtra dans un prochain numéro.

* * *

Pour la troisième fois depuis sa fondation, l'**Union des Syndicats de l'Électricité** réunissait, le 6 avril dernier, ses adhérents en un banquet auquel étaient invitées de nombreuses personnalités du monde électrique; on trouvera, pages 355 et suivantes, le compte rendu de ce banquet ainsi que le texte des discours qui y furent prononcés par M. Guillain, président de l'Union des Syndicats, et M. Ch. Dumont, ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; on y trouvera aussi la liste des médaillés et des décorés dans laquelle nous sommes heureux de voir figurer le nom d'un des membres du Comité consultatif de rédaction de ce journal, M. Chaussenot, qui a été nommé officier de l'Instruction publique.

Plus loin (p. 360) nos lecteurs trouveront le rapport présenté à la dernière assemblée générale du **Syndicat des Industries électriques** par M. Zetter, président de ce Syndicat. Nous appelons particulièrement leur attention sur la partie de ce rapport qui expose les efforts faits par le Syndicat pour conjurer la crise de l'apprentissage (p. 365).

* * *

Dans notre Chronique du 24 mars dernier, nous signalions une étude de M. Miles Walker sur la **construction de l'inducteur des turboalternateurs**, étude où cet ingénieur discutait les avantages et inconvénients du type à pôles saillants et du type en tambour; on verra, pages 375 et suivantes, qu'il conclut en faveur de ce dernier type.

Les **redresseurs du courant** n'ont pu jusqu'ici être construits que pour des puissances relativement faibles. Il y aurait cependant intérêt à posséder un redresseur statique de grande puissance et de haut rendement pour certaines applications, par exemple pour l'alimentation des moteurs de traction à courant continu au moyen d'une ligne de transmission à courant alternatif. Le redresseur à vapeur de mercure dont la description est donnée page 379, d'après M. B. R. Schafer, montre qu'on peut espérer réaliser pratiquement des appareils de ce genre ayant une puissance de 150 kw et un rendement atteignant 90 pour 100.

Récemment était publiée dans ces colonnes une étude de M. Devaux sur **l'électrolyse due aux courants de retour des installations de traction** [1]. L'analyse qui est donnée pages 381 et suivantes d'un rapport de M. Pionchon, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, indique les élégants procédés utilisés par ce physicien pour mettre en évidence les courants vagabonds des tramways de Dijon.

L'application de l'électricité à la traction présente le grand avantage de permettre de remonter des rampes qui seraient impraticables avec la vapeur. Mais la sécurité de l'exploitation exige pour la descente que les voitures soient munies de freins énergiques et d'un fonctionnement absolument sûr. Le freinage électromagnétique sur les rails est considéré comme le plus énergique. Cette opinion se trouve confirmée par les résultats des **essais de freinage électromagnétique sur les rails** signalés page 384 par un article récent de M. Naumann.

Dans le numéro du 24 mars était publié un article de mise au point de la question de **l'excitation par impulsions des circuits** radiotélégraphiques. Dans ce numéro est décrite (p. 387) l'application de ce mode d'excitation aux postes de la Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie.

Diverses questions d'**électrochimie et d'électrométallurgie** sont publiées pages 392 à 398.

J. B.

[1] *La Revue électrique*, t. XV, 24 janvier 1911, p. 75.

[1] *La Revue électrique*, t. XV, 10 février 1911, p. 135.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Huitième Bulletin bimensuel de 1911.

Compte rendu du banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 6 avril 1911.

Le 6 avril 1911, les invités de l'Union des Syndicats de l'Électricité se sont trouvés réunis au Palais d'Orsay en un banquet, sous la présidence d'honneur de M. Ch. Dumont, Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes.

M. Guillain, président de l'Union des Syndicats de l'Électricité, a fait les honneurs de la soirée, assisté de MM. Cordier, Eschwège, Zetter, vice-présidents; Fontaine et Chaussenot, secrétaires; Beauvois-Devaux, trésorier de l'Union des Syndicats de l'Electricité; Harlé, Javaux, Sciama, anciens présidents du Syndicat professionnel des Industries électriques; Brylinski, ancien président du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Parmi les invités se trouvaient : MM. Chaumet, Sous-Secrétaire d'Etat des Postes et des Télégraphes; David-Mennet, Vice-Président de la Chambre de Commerce de Paris; Beauvalet, Président de Section au Tribunal de Commerce de la Seine; Chargueraud, Directeur des Routes et de la Navigation au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; Estaunié, Directeur de l'exploitation téléphonique au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; Lippmann, Membre de l'Institut, Président de la Société internationale des Electriciens; J. Carpentier, Membre de l'Institut, Président de la Société des Ingénieurs civils de France; Fontaneilles, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur des Chemins de fer au Ministère des Travaux publics; Mahieu, Directeur du personnel au Ministère des Travaux publics; J. Niclausse, Président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France; Boreux, Inspecteur général du Service technique de la voie publique et de l'éclairage; Veaudeau, Président de la Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité; Burgunder, Président du Syndicat des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens (Groupe du Bâtiment et de l'Industrie); Lieutenant-Colonel Maumet, Directeur de la « Construction mécanique et électrique », Société d'assurance mutuelle contre les conséquences du chômage forcé; Lauriol, Ingénieur en chef des Services généraux d'éclairage de la Ville de Paris; Vaitel, Chef de Cabinet du Sous-Secrétaire d'Etat des Postes et des Télégraphes; Le Trocquer, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef adjoint du Cabinet de M. le Ministre des Travaux publics; Bochand, Président de la Société des Anciens Élèves de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris; Weiss, Ingénieur en chef au corps des Mines; Nicolle, Sous-Chef du Cabinet de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie; Boillot, Chef du Bureau du Cabinet de M. le Ministre des Travaux publics; Livache, Vice-Président de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole des Mines; G. Dumont, Président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail; Villemin, Président du Groupe des Chambres syndicales du Bâtiment et des Industries diverses; Monnory, Directeur des Etudes à l'École centrale des Arts et Manufactures; Montpellier, Rédacteur en chef de l'*Electricien*; Girardin, Vice-Président de la Société des Anciens Élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers; Girousse, Ingénieur des Télégraphes, Secrétaire adjoint du Comité permanent d'Électricité; H. Normand, Chef de Bureau au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; Carcassonne, Chef de Bureau au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; Ch. Tournaire, Président de l'Union commerciale de l'électricité; E. Sartiaux, Président de l'Association amicale des Ingénieurs électriciens; L. Tournaire, Président de l'Union amicale des Employés en électricité et bronze; Jully, Inspecteur de l'Enseignement professionnel dans les Ecoles de la Ville de Paris; A. Carpentier, Avocat près la Cour d'Appel Ch. Sirey, Membre du Comité consultatif du Syndicat professionnel des usines d'électricité; De la Taste, avocat à la Cour d'Appel de Paris; Hussenot, Membre du Comité Consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'électricité; Philippart, Membre du Comité consultatif du Syndicat professionnel des usines d'électricité; Doucerain, Assureur-Conseil du Syndicat professionnel des Usines d'électricité; De Clarens, Assureur-Conseil du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

108 adhérents des Syndicats affiliés à l'Union assistaient également à ce banquet.

A la fin du banquet, M. Guillain a présenté les excuses et les regrets de quelques notables invités retenus par des circonstances imprévues, et notamment de MM. Baudin, Sénateur; Boucher, Sénateur; Chautemps, Sénateur; Colson, Conseiller d'Etat; Lebrun, Député; Thierry, Député; Desachy, Directeur du Cabinet de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; Bordelongue, Directeur de l'Exploitation télégraphique au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes; Dabat, Directeur de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture; Chardon, Maître des requêtes au Conseil d'Etat; Maringer, Directeur de l'administration départementale et communale au Ministère de l'Intérieur; Maljean, Administrateur des Douanes au Ministère des Finances; Chapsal, Directeur des affaires commerciales et industrielles au Ministère du Commerce

et de l'Industrie; Gabelle, Directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce et de l'Industrie; Magny, Directeur des affaires départementales à la Préfecture de la Seine; A. Fontaine, Directeur du Travail au Ministère du Travail; De Préaudeau, Président du Comité permanent d'électricité; Blondel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; A. Sartiaux, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; Taché, Administrateur de l'Enregistrement des Domaines et du Timbre au Ministère des Finances; Jullien, Inspecteur général des Ponts et Chaussées; Picard, Président de section au Conseil d'Etat; Picou, Ingénieur des Arts et Manufactures; Monmerqué, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; P. Janet, Directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité; Haller, Directeur de l'Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris; Pinot, Secrétaire de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques; Bédorez, Directeur de l'Enseignement primaire à la Préfecture de la Seine; Mercier, Directeur de l'Office national du Commerce extérieur; le Président de la Société des Anciens Elèves de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures; Marcadet, Chef de Bureau au Ministère du Commerce et de l'Industrie; Margerin, Chef de bureau au Ministère des Finances, Direction générale des Douanes; de Dion, Président de la Chambre syndicale de l'automobile et des Industries qui s'y rattachent; Jobin, Président du Syndicat patronal des constructeurs et négociants en instruments d'optique et de précision; Gauthier-Villars, Imprimeur-Libraire; Blondin, Rédacteur en chef de *La Revue électrique;* Frénoy, Président du Comité consultatif au Syndicat professionnel des Usines d'Electricité; Mayer, Avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de Cassation; Cochegrus, Membre du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'électricité; Willard, Avoué près la Cour d'appel de Paris.

M. Guillain, président de l'Union, a prononcé l'allocution suivante :

Monsieur le Ministre,
Monsieur le Sous-Secrétaire d'État,

Les Chambres syndicales qui ont l'honneur de vous recevoir dans ce banquet confraternel vous remercient du témoignage de sympathie que leur donne votre présence. C'est pour elles un précieux encouragement.

Ces Chambres syndicales ont pour domaines, vous le savez, les unes l'industrie constructive, les autres l'exploitation des usines d'électricité.

Parmi les industriels ici réunis, beaucoup sont constructeurs d'appareils et d'organes de télégraphie et de téléphonie, Monsieur le Sous-Secrétaire d'État, et sont ainsi en rapports continus avec votre Administration. Nous devons la remercier de la bienveillance qu'elle leur a toujours témoignée. Nous pouvons vous donner l'assurance qu'elle peut compter sur notre activité, sur l'intelligence et l'esprit d'invention de nos ingénieurs, sur le labeur et le soin scrupuleux de nos ouvriers pour satisfaire aux progrès continus de l'outillage télégraphique et téléphonique. Bien des progrès, nous le savons, font l'objet de vos études pour mettre cet outillage au niveau des besoins croissants. Nous espérons que le Parlement ne vous refusera pas les crédits nécessaires pour les réaliser.

Les constructeurs d'appareils ou de conducteurs qui sont employés à la production ou au transport de l'énergie électrique affectée soit à la force motrice, soit à l'éclairage, soit à l'électrochimie ou à l'électro-métallurgie, ne sont soumis qu'au droit commun de toutes les autres industries mécaniques. Mais il en est autrement des exploitants d'usines d'électricité dont les Chambres syndicales vous reçoivent aujourd'hui, Monsieur le Ministre. Nous ne pouvons rien entreprendre sans être soumis sur quelque point à votre autorité, soit que nos lignes de transport de force aient à traverser ou à suivre des voies publiques, soit que nous ayons à aménager des chutes d'eau, aussi bien celles qui dépendent du domaine public que celles qui, propriétés privées, sont néanmoins placées sous la surveillance de l'État quant à la police des eaux. Partout, votre Administration est appelée à réglementer et à contrôler notre action. Nous devons reconnaître, Monsieur le Ministre, la bienveillance avec laquelle cette réglementation et ce contrôle ont toujours été exercés, et nous sommes certains de répondre à vos désirs en en demandant la continuation.

Les intérêts que représentent nos Chambres syndicales, Monsieur le Ministre, sont considérables. La population des régions desservies par nos exploitations dépasse 14 millions d'âmes. La puissance de nos usines dépasse 1 500 000 chevaux, dont plus de 600 000 mus par la force hydraulique, et cependant les réserves d'énergie que peuvent déverser les Alpes, les Pyrénées et le Plateau Central ne sont encore utilisées que très partiellement. Les capitaux immobilisés dans nos usines de construction et d'exploitation et dans nos réseaux de distribution dépassent un milliard et demi de francs; ils atteindront un chiffre bien plus élevé dans quelques années si rien ne vient ralentir l'essor de notre industrie.

Ce n'est pas, Monsieur le Ministre, pour faire étalage de richesse que nous vous rappelons ces chiffres. Bien que nos entreprises soient au plus haut degré créatrices de richesse publique, elles n'ont guère enrichi jusqu'à présent ceux qui y consacrent leur intelligence, leur science technique, ou leurs capitaux. Pour modifier les habitudes des populations, pour les amener à adopter les nouvelles formes d'emploi de l'énergie, il faut une longue période de temps, pendant laquelle les installations si coûteuses de l'industrie électrique ne travaillant qu'à charge réduite ne peuvent encore rémunérer convenablement les énormes capitaux qui y sont immobilisés. Souvent plus de dix années s'écoulent avant que les produits nets de l'exploitation permettent de distribuer un dividende quelconque. Les initiateurs sont donc condamnés à une longue patience.

C'est pourquoi, Monsieur le Ministre, sans demander à l'État aucun subside, n'attendant de lui que la sécurité des capitaux de nos Sociétés et la liberté de notre action industrielle dans les limites compatibles avec les droits des tiers et avec la sécurité de tous, nous avons besoin que l'État nous traite avec bienveillance, en ne nous imposant pas la charge d'une fiscalité excessive, ni d'une réglementation trop étroite. D'autant plus que toute entrave à notre développement, toute entrave fiscale ou réglementaire, retarderait fâcheusement le progrès social que nos efforts tendent à réaliser.

Je dis : progrès social. Car c'en est un, et au plus haut degré, que de répandre dans toutes les régions l'énergie motrice à bas prix, sous la forme d'utilisation la plus souple, s'adaptant aussi bien à la machine à coudre de l'ouvrière qu'au puissant laminoir de la forge, aussi bien à l'atelier familial du tisserand qu'à la grande filature. C'est un progrès social que de domestiquer les forces



hydrauliques jusqu'alors indomptées et inutiles pour en porter au loin l'aide bienfaisante. C'est un progrès social que de délivrer de plus en plus l'ouvrier de la servitude de l'effort musculaire pour en faire le conducteur intelligent d'une machine obéissante.

Il y a donc un grand intérêt public à ce qu'une industrie comme la nôtre soit soumise à un régime fiscal tolérant et libéral, et à une réglementation souple, tenant compte des difficultés économiques et ne lui marchandant pas avec parcimonie la sécurité ni le temps nécessaire à son développement.

En vous demandant cette bienveillance de l'État, nous savons, Monsieur le Ministre, que nous allons au devant de vos intentions.

Nous ne sommes d'ailleurs que les fondés de pouvoirs des centaines de milliers de porteurs d'actions et d'obligations de nos Sociétés, de ces centaines de milliers de citoyens, presque tous de fortune modeste, qui, attirés par les perspectives d'avenir de l'électricité, nous ont confié la gestion de leurs modiques économies. C'est en leur nom que nous faisons appel à votre bienveillance; nous sommes certains qu'elle ne nous fera pas défaut.

M. Charles Dumont, Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, a prononcé l'allocution suivante :

Messieurs,

C'est avec le plus grand plaisir que M. le Sous-Secrétaire d'État et moi, nous avons répondu à l'invitation qu'en votre nom nous a adressée notre ancien collègue, M. le Président de l'Union des Chambres syndicales ici réunies.

D'abord l'État est votre client et à ce titre nous vous devions évidemment de venir vous demander de nous traiter comme un client sérieux, de travailler pour nous avec exactitude et avec soin et vous assurer, M. le Sous-Secrétaire d'État et moi, que dans toutes les maisons que vous représentez, lorsqu'une idée ingénieuse aura été mise en œuvre par un de vos ingénieurs, il n'y aurait certainement au Ministère des Postes et des Télégraphes personne pour s'émouvoir et s'étonner de ce que cette invention nouvelle ne vient pas de l'Administration, mais du dehors. Nous sommes tout à fait décidés à en finir, si jamais cela a existé, avec ces barrières factices et hautaines qui séparent les administrations du grand public et voudraient faire penser que les Français et les ingénieurs français, qu'ils soient au service de l'État ou des sociétés privées, ne sont pas tous admis également à servir le bien public. Par conséquent, Messieurs les ingénieurs de toutes les maisons qui sont ici représentées, travaillez de votre mieux, de toute votre science et votre ingéniosité, et quand vous aurez trouvé des appareils améliorés et perfectionnés, allez sans crainte au Comité technique des Postes et Télégraphes; vous pouvez être sûrs que vos inventions ou vos appareils seront étudiés, et que, s'ils sont les meilleurs, ils seront les préférés.

C'est une assurance que je tenais à vous donner, connaissant quelques exemples du passé, exemples, j'en suis sûr, tout à fait dus au hasard et qui ne se reproduiront pas. Sur ce point, nous prétendons que nous sommes, M. Chaumet et moi, des esprits trop épris de progrès pour avoir la moindre hésitation.

Ceci dit, M. le Président nous a demandé, pour les grandes améliorations que nous avons à réaliser en téléphonie et en télégraphie, d'obtenir des crédits du Parlement. Nous les obtiendrons, à la seule condition que le public et nos administrations soient d'accord sur un programme précis. J'ai vu bien des projets s'écrouler dans les commissions du budget où j'ai passé les meilleures années de ma vie parlementaire. Je n'en ai jamais vu aucun tomber, lorsqu'il était étayé sur de fortes raisons, lorsqu'il avait été très sérieusement étudié, lorsqu'il apparaissait comme un chaînon indispensable d'une chaîne bien liée. Au contraire, j'ai vu disparaître à peu près tous les projets nés au hasard d'incidents momentanés ou rédigés sous l'influence de préjugés ou de préoccupations personnelles. Disparition heureuse d'ailleurs. Si l'on faisait l'histoire de ces projets enlisés, oubliés, on s'apercevrait qu'on a, grâce à la Commission du budget, économisé beaucoup de millions aux contribuables, millions qui n'auraient pas profité au public. Au contraire, quand un projet fait partie d'un programme bien défini, quand tous les chefs de service se sont mis d'accord pour le signer sous leur responsabilité, je n'ai pas vu d'exemple qu'il n'ait été soigneusement et rapidement étudié par la Commission compétente du budget, de la Marine, de la Guerre ou des Travaux publics, et que, sur le rapport de ces Commissions, la Chambre n'ait accordé les crédits nécessaires pour le réaliser. C'est avec une certitude très optimiste, que nous nous attacherons, M. Chaumet et moi, à faire réussir les projets proposés pour l'amélioration des services dont nous avons la charge. La semaine prochaine ne se passera pas sans que nous ayons déposé un projet d'extension du téléphone à Paris, qui engage à peu près pour 15 millions de crédits, dont une moitié pour les bâtiments et l'autre moitié pour le matériel. Nous sommes arrivés, Messieurs, à un moment où, grâce aux progrès que le téléphone a accomplis à Paris, les abonnements se sont multipliés depuis le début de 1910 dans une proportion inattendue, inespérée, au point que nous sommes débordés, tant à Desrenaudes qu'aux Sablons et à Gutenberg. Nous n'avons plus de place libre. Il faut ouvrir de nouveaux bureaux neufs et construire des multiples nouveaux. C'est 15 millions à demander au Parlement. Nous avons la certitude que nous les obtiendrons. Celles de vos maisons qui s'occupent de téléphones, seront appelées au concours pour nous donner les câbles, les multiples et tous les appareils nécessaires; elles auront là pour leurs ingénieurs, pour leurs capitaux et pour leurs ouvriers, un travail prochain. (*Applaudissements.*)

En dehors de ce que M. Guillain nous a dit au sujet des constructeurs de téléphone et de télégraphe, ici représentés, il nous a parlé des constructeurs de matériel électrique et des exploitants des usines et des distributions d'électricité.

Il est certain, Messieurs, que pour tous ceux qui aiment la beauté, qui aiment en même temps la démocratie, la force électrique est, entre toutes les forces de la nature asservies par l'homme, la préférée.

Quand dans nos pays de montagne, au lieu de l'usine fumeuse avec des charbons, des scories et des pous-

sières, on voit au bout 'dune route, dans un coin du vallon, l'usine qui reçoit la chute d'eau, qui distribue tout autour la lumière et la force, quelle vue agréable! Grâce à l'usine discrète et propre, à 20 kilomètres à la ronde, dans nos fermes, on ne voit plus les lumignons dangereux, c'est la lampe électrique, qui éclaire l'étable, la maison, le grenier, la route.

Dans les rudes et longs hivers, elle est bienfaisante et gaie, elle mérite d'être fêtée, la fée que vous avez domestiquée, la fée électricité. Dans la ville, elle va au foyer familial, elle fournit la force motrice silencieuse, propre, infiniment ténue, elle anime le tour ou le métier à domicile, elle empêche la famille de se disperser. Sans doute, il faut se défier qu'elle n'aide à la diminution du salaire dans l'atelier familial, mais contre ce danger on pourra lutter. Ce qui demeurera, c'est l'inappréciable bienfait de retenir la mère à la maison au milieu de ses enfants, de lui permettre de travailler sans les quitter, de garder le foyer pendant que l'homme est absent, quelquefois de garder le travailleur lui-même à la maison. Quand la force motrice, s'installant ainsi au milieu de la famille ouvrière, la maintient réunie au foyer, la fée bienfaisante, qui était tout à l'heure beauté et commodité dans le village, devient ici grande moralisatrice et agent du progrès social, par cela même qu'elle aide à consolider la famille. De cela nous vous avons, Messieurs, une cordiale gratitude. (Applaudissements.)

Quand une industrie permet ainsi tant de changements heureux, quand elle évoque devant l'esprit tant de perspectives où le cœur et la raison à la fois se réjouissent, il est évident qu'il serait inintelligent de l'arrêter dans son essor. Je n'ai pas à parler au nom de M. le Ministre des Finances, mais il est certain que l'esprit très avisé et très moderne qu'est notre ami et collègue M. le Ministre des Finances pensera toujours que, devant une industrie d'un tel avenir, les plus inéluctables nécessités de sa comptabilité doivent hésiter et qu'avant de vous charger de nouveaux impôts, il faudrait qu'il eût épuisé toutes les autres sources de taxation.

Les questions d'impôts et de redevances vous intéressent certes beaucoup. Mais vous attachez, Messieurs, une importance au moins égale à la réglementation qui vous est imposée par nos administrations lorsqu'il faut que vous fassiez franchir à vos conducteurs d'énergie les routes et les propriétés, pour atteindre jusqu'aux villes les plus éloignées. Vous avez dit tout à l'heure, M. le Président, que jusqu'à présent l'Administration avait été, pour votre industrie, une auxiliaire bienveillante. Certainement ce ne sont pas les hommes éminents qui sont à sa tête qui changeront d'aussi agréables habitudes. Ils sont des esprits avisés, ils savent que les règlements doivent se borner à assurer la sécurité publique et qu'il serait intolérable d'aller plus loin que ce qu'exige cette sécurité quand il s'agit d'industries qui, comme la vôtre, ont besoin de liberté pour remplir leurs destinées. Vous pouvez donc être assurés, Messieurs, que la manière dont jusqu'à présent nos administrations se sont comportées à votre égard continuera d'être pratiquée et qu'elles s'associeront, pour vous y aider, à toutes vos entreprises, à tous vos progrès pour, dans la mesure de leurs attributions, vous y aider.

Nous aurons à discuter ailleurs que dans ce banquet bien des grands problèmes relatifs à la concession des chutes d'eau du domaine public. La pensée n'a pu venir à personne de les concéder sans que les initiatives que vous allez dépenser, l'énergie et l'ingéniosité que vous allez déployer, les capitau x auxquels vous allez faire appel n'aient pas leur large part de récompense. Mais, par cela même que vous êtes des électriciens, vous êtes tous trop éclairés, trop hommes de votre temps, pour ne pas apercevoir qu'après avoir donné toute satisfaction légitime aux capitaux investis dans vos industries, la nation pourra à bon droit demander des dividendes pour les actions d'apport ou les parts bénéficiaires par lesquelles elle fera constater l'importance des richesses nationales qu'elle aura mises, pour les faire fructifier, à votre disposition.

Il convient que la nation ait son portefeuille à côté des portefeuilles particuliers, qu'elle ait une richesse mobilière dont les revenus puissent servir soit à l'amortissement de la dette publique, soit à l'allégement des impôts.

Tout cela, Messieurs, c'est matière à discussion, à controverse, à discussion d'intérêts entre vous et nous, mais il y a une chose qui nous réunira et qui établira entre nous un lien continu, c'est que ce que nous ferons, nous le ferons du même cœur pour le bien du public, pour le bien de l'Etat, pour le bien de toute cette immense épargne qui a droit à toute notre protection et à toute notre sollicitude, précisément parce qu'elle s'est employée, en se confiant à vous, à une industrie à la fois si moderne et si française. Ce n'est pas, Messieurs, à l'heure où si justement on se plaint que peut-être trop de capitaux sortent de France pour s'aventurer à l'étranger qu'il pourrait être possible à aucun gouvernement d'essayer de menacer, d'atteindre, de traquer les capitaux qui, au contraire, confiés à votre industrie, seront employés à des œuvres qui sont essentiellement françaises. Il est certain que nous devons notre vigilante attention, une égale et équitable attention à respecter et à sauvegarder en même temps les droits de la nation, l'intérêt public, les droits du travail et aussi les droits de l'épargne, car sans épargne, sans travail et sans souci du bien public, il n'y aurait pas de santé morale, pas de prospérité possible pour ce grand pays. Puisque vous avez montré que ce souci d'accroître la richessse, les commodités, la puissance productrice de ce pays était le lien qui unissait toutes les industries si diverses qui sont ici représentées, c'est à ce bien public que vous me permettrez de boire en même temps qu'à votre santé. (Vifs applaudissements.)

M. le Ministre a bien voulu décerner ensuite les distinctions honorifiques suivantes, qui ont été accordées, sur sa demande, par M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, sur la proposition du Syndicat professionnel des Industries électriques :

Officiers de l'Instruction publique : MM. Cance (Albert), Ingénieur des Arts et Manufactures, associé de la Maison Cance et fils et Cie; Chaussenot (Henri), Ingénieur électricien, Secrétaire général du Syndicat professionnel des Industries électriques; Domez (Léon, Félix), Chef du Service commercial de la Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force.



Officier d'Académie : M. CHABENET (Louis), Chef du Secrétariat de la Maison Bréguet.

M. le Ministre a bien voulu, en outre, décerner, au nom de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, la médaille du Travail aux vieux collaborateurs désignés ci-après :

MÉDAILLES D'HONNEUR DU TRAVAIL.

Noms.		En service.
Assegond (Eugène-Firmin).	30 ans	Soc. ind. des Téléphones.
Caron (Eugène-Joseph).	33 ans	M. Joseph Jarriant.
Chauve (Léon-Louis).	30 ans	Maison Bréguet.
Chauveau (Vincent).	30 ans	MM. Harlé et Cie.
Chauvière (Louis-Xavier).	30 ans	Maison Bréguet.
Durand (Elise).	51 ans	MM. Harlé et Cie.
Favris (Georges-Alexis).	30 ans	»
Garnier (Théodore-Victor).	36 ans	MM. Ducretet et Roger.
Guénot (Charles-Auguste).	30 ans	Société Gramme.
Jacquet (Louis-Henri-A.).	33 ans	MM. Chateau frères et Cie.
Langlois (Edmond-Léopold	30 ans	Soc. ind. des Téléphones.
Métra (Narcisse-Odillon).	31 ans	MM. Chateau frères et Cie.
Petetin (Constant-Justin).	31 ans	»
Poux (Victor-Amédé).	30 ans	»
Régnier (Joseph-Louis).	30 ans	Société des Etablissements Henry-Lepaute.
Souffland (Gaston.-J.-M.).	30 ans	Société industrielle des Téléphones.
Suize (Louis-Marie).	30 ans	M. J. Richard.
Vallino (Pierre).	30 ans	MM. Harlé et Cie.

M, le Ministre a donné ensuite lecture des listes des médailles accordées par le Syndicat professionnel des Industries électriques et le Syndicat professionnel des Usines d'électricité aux ouvriers et employés désignés par leurs directeurs comme les plus méritants.

Ces listes sont les suivantes :

Syndicat professionnel des Industries électriques.

MÉDAILLES D'ARGENT.

Rathier (Lucien-Charles).	15 ans	Appareil. élect. Grivolas.
Croullebois (Léon).	26 ans	Guérin (Ch.).
Bocquet (Alphonse-Hipp.).	22 ans	Harlé et Cie.
Caussidière (Frédéric-A.).	27 ans	»
Foillard (Antoine).	19 ans	»
François (Félix-Louis).	23 ans	»
Guyard (René).	22 ans	»
Hardy (Louis-Victor).	27 ans	»
Imbert (Louis-Rodolphe-J.).	29 ans	»
Loison (Pierre-Emile).	23 ans	»
Niez (Louis).	25 ans	»
Noël (François-Maximilien).	28 ans	»
Raclot (Charles-Anatole).	25 ans	»
Winch (Jean-Jules).	18 ans	»
Goby (Charles).	30 ans	Ch. Mildé fils et Cie.
Grappin (Eugène).	16 ans	»
Raison (Joseph-Eugène).	28 ans	»
Harlepp (Mathieu).	17 ans	Société alsacienne de constructions mécaniques.
Libis (Théophile).	22 ans	»
Schlégel (Benjamin).	17 ans	»
Wasser (Louis).	21 ans	»
Dulme (Arsène-Alphonse).	17 ans	Soc. l'*Éclairage électrique*.
Guichard (François).	17 ans	»
Schell (Louis-Charles).	23 ans	»
Mandin (Alexandre).	24 ans	Société Gramme.
Tritz (Mathias).	19 ans	»

MÉDAILLES DE BRONZE.

Barroué (Léon-Louis).	21 ans	Appareillage électrique Grivolas.
Boidard (Camille).	22 ans	Cance et fils et Cie.
Aumont (Louis-François).	23 ans	Harlé et Cie.
Aveline (Eugène).	27 ans	»
Delaisse (Paul-Léon).	21 ans	»
Duchez (François-Paul).	27 ans	»
Garnier (Octave).	28 ans	»
Lapierre (Léon-Louis).	23 ans	»
Babulle (André).	29 ans	G. Mambret et Cie.
Brujas (Charles).	25 ans	»
Decaen (Armand-Victor).	27 ans	»
Hospital (Marie).	29 ans	»
Mordacq (Eugène-Arthur).	29 ans	»
Garnier (Charles).	22 ans	Ch. Mildé fils et Cie.
Liotard (Emile).	20 ans	»
Barbot (Alexandre).	20 ans	J. Richard.
Proutière (Edouard).	20 ans	»
Schou (Louis-Jules).	21 ans	»
Duprell (Achille-Marie-C.).	26 ans	Société alsacienne de constructions mécaniques.
Gruntz (Auguste).	28 ans	»
Isenmann (Charles).	20 ans	»
Neff (Jacques).	20 ans	»
Schuller (Alphonse).	22 ans	»
Specht (Auguste).	21 ans	»
Stoessel (Emile).	20 ans	»
Zuberbulher (Xavier).	22 ans	»
Hézard (Frédéric-Pascal).	22 ans	Soc. l'*Éclairage électrique*
Petit-Girard (Léon-Gaston).	20 ans	»
Bolloch (Guillaume-Marie).	20 ans	Société des établissements Henry-Lepaute.

Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

MÉDAILLES DE VERMEIL.

MM.

Hugues (Hyacinthe), Société hydro-électrique roussillonnaise.
Mourot (Armand), Compagnie lorraine d'électricité.
Bruère (René), Secteur du Midi à Bordeaux.

MÉDAILLES D'ARGENT.

Mme Lesueur, Compagnie parisienne de force motrice.
Ravier (Julien), Compagnie électrique de Saint-Etienne.
Gras (Louis), Société grenobloise de force et de lumière.
Lugue (Julien), Compagnie d'électricité de Marseille.
Poguet (François), Société d'énergie électrique de Grenoble et de Voiron.
Lacotte (Léonard), Usine électrique de Brive.
Barou (Jean), Compagnie électrique de la Loire.
Leroy (Georges), Compagnie générale d'électricité (Amiens).
Lahoussay (Henri), Compagnie du gaz de Lyon.

MÉDAILLES DE BRONZE.

Dumont (Marius), Compagnie électrique de la Grosne.
Royer (Victor), Compagnie lorraine d'électricité.
Morel (Adolphe), Secteur électrique de la Rive gauche.
Perret (Armand, Société grenobloise de force et de lumière.
Forestier (Joseph), Compagnie électrique de la Grosne.
Lecomte (Auguste), Société grenobloise de force et de lumière.
Bialais (Henri), Usine de Nouzon.
Combettes (Léon), Usine électrique de Capdenac.
Dumas (Antoine), Compagnie du gaz de Lyon.
Moulager (Jean-Marie), Compagnie électrique de la Loire.
Ollagnier (Adolphe), Société électrique de Briançon.

Michel (Charles), Compagnie d'électricité d'Angers.
Rodet (Marius), Compagnie du gaz de Lyon.
Berthon (Antoine), Compagnie électrique Edison de Saint-Etienne.
Blain (Pierre), Secteur électrique de la rive gauche.
Lacombrade (Victor), Usine de Capdenac.
Forest (Claude), Compagnie électrique Edison de Saint-Etienne.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

HUITIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Cotisations.

Afin d'éviter des frais de recouvrement, nous prions MM. les Membres adhérents du Syndicat de bien vouloir adresser leur cotisation de 1911 au Secrétariat, qui leur en délivrera quittance signée du Trésorier.

Rapport présenté par M. Zetter, président du Syndicat, à l'Assemblée générale ordinaire du 29 mars 1911 (1).

MES CHERS COLLÈGUES,

Après l'année qui vient de s'écouler, nous sommes heureux de porter à votre connaissance que notre Syndicat, de jour en jour plus puissant, poursuit sa marche en avant grâce au travail intelligent de ses membres, et guidé dans ce mouvement ascendant par les conseils si précieux que lui apportent à tous les instants ses anciens présidents, dont le rôle efficace se mettra de lui-même en lumière dans le développement de ce rapport.

Il nous appartient tout d'abord d'adresser un souvenir ému à ceux des nôtres qui ont disparu cette année, ainsi qu'à ceux qui ont été si douloureusement éprouvés dans leurs plus chères affections.

Paul Debray, ingénieur des Ponts et Chaussées, ancien directeur de la Compagnie parisienne de l'Air comprimé, si assidu à nos séances, nous a été enlevé l'année dernière.

C'est un collaborateur des plus précieux que nous avons perdu.

Oscar Helmer, ingénieur électricien, ancien ingénieur de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, ancien ingénieur du Creusot, que beaucoup de nous ont également connu, et qui, par ses connaissances techniques, avait rendu de grands services à notre industrie, s'est éteint au commencement de cette année.

Nous adressons un dernier adieu à nos chers défunts, et garderons le souvenir de leur attachement à notre Syndicat.

A côté des membres de notre groupement décédés, certains de nos collègues ont été cruellement frappés par des deuils survenus dans leur famille.

Nous avons pris la plus grande part à leur douleur, et nous leur adressons nos bien sincères condoléances.

Puissent-ils trouver dans ce témoignage de notre sympathie quelques consolations à leur malheur.

— Pendant le cours de notre exercice, nous avons eu le plaisir d'enregistrer certaines distinctions honorifiques. La Chambre a déjà adressé ses félicitations aux titulaires, et nous rappellerons ici qu'à l'occasion de l'Exposition de Londres nous avons été heureux de voir nommer chevaliers de la Légion d'honneur, nos collègues :

MM. Bardon, Brait de la Mathe, Dracke, Debauge Dinin, Auguste Michel, Charles Michel, Robard, et notre Conseil, M. Gaston Mayer.

Nous avons également donné par notre organe *La Revue électrique* la liste des nombreuses et intéressantes récompenses obtenues par nos adhérents à l'Exposition de Bruxelles.

Aussi, nous adressons nos bien vifs remerciements à notre ancien président. M. E. Sartiaux, président du Groupe V à Londres et à Bruxelles.

Sa haute compétence a comme toujours puissamment contribué à la mise en valeur de notre industrie nationale et au grand succès que nous y avons remporté.

Nous avons enregistré d'autre part :

Une nomination d'officier d'Instruction publique;

Une nomination d'officier d'Académie;

Deux nominations de chevaliers du Mérite agricole.

Nous avons eu aussi le plaisir de voir des postes très élevés confiés à certains de nos éminents collègues, dont la liste a été publiée dans *La Revue électrique*, et parmi lesquels nous nommerons :

M. Carpentier, notre si distingué ancien président, qui occupe depuis le mois de janvier le fauteuil de président de la Société des Ingénieurs civils de France.

M. Ferdinand Meyer, notre dévoué et aimable ancien président, nommé président du Groupe V à l'Exposition de Turin.

M. F. Meyer a eu la bonne idée de choisir presque exclusivement les bureaux des classes parmi les membres de notre Syndicat, et nous lui en adressons nos meilleurs remerciements, persuadés qu'avec un président comme lui les bureaux des classes accompliront avec zèle les travaux qu'il a bien voulu leur confier.

Notre ancien président, M. Meyer-May, a été nommé délégué au Comité des Elections consulaires, et membre de la Commission permanente des valeurs en douane.

Nous adressons à nos collègues nos meilleures félicitations et sommes très heureux et très honorés de voir l'élite de notre groupement appelée à des fonctions si élevées.

— Pour suivre l'ensemble de nos travaux annuels, nous avons à nouveau adopté l'ordre établi précédemment, et qui permet de développer clairement nos interventions, par l'intermédiaire des grands groupements auxquels

(1) Le procès-verbal de l'Assemblée générale ordinaire du 29 mars 1911 a été publié dans *La Revue électrique* du 14 avril 1911.



nous sommes affiliés, nos manifestations personnelles, et nos questions d'ordre intérieur qui ont joué un si grand rôle pendant l'année qui vient de s'écouler.

LES GRANDS GROUPEMENTS.

La large place que tient notre Syndicat parmi les Unions de syndicats lui assure un aide précieux dans toutes les importantes questions qu'il étudie avec elles.

Aussi nos efforts se lient de plus en plus avec les grands groupements dont l'autorité incontestable nous permet souvent d'obtenir la réalisation de nos revendications touchant l'intérêt général de nos industries.

LE COMITÉ CENTRAL DES CHAMBRES SYNDICALES.

Les questions les plus importantes étudiées au Comité central des Chambres syndicales sont relatives au régime d'abonnement au téléphone avec appareils pour contrôle de conversations taxées, dont les renseignements ont été donnés par M. Meyer-May.

Nous notons de plus les rapports très intéressants sur différents projets de lois dont nous citons les plus importants :

Création de comptes courants postaux dont le rapport a été présenté par M. Meyer-May.

Saisie-arrêt sur les salaires et petits traitements.

Préavis de contrat de travail avec durée limitée.

Question relative au marchandage.

Réglementation des établissements dangereux, insalubres et incommodes.

La nomination de notre ancien président, M. Meyer-May, comme l'un des huit délégués du Comité central aux élections consulaires, est le point le plus important concernant notre Syndicat.

Nous ne pouvons qu'applaudir à ce choix, en souhaitant que ce poste soit longtemps conservé par celui qui en est si digne.

C'est avec un vif plaisir que nous avons remarqué que notre ancien président a suivi d'une façon très active les séances du Comité central, prenant une grande part aux débats soulevés par les rapports et à la discussion des propositions et vœux qui en ont été la suite.

Nous lui adressons nos meilleurs remercîments, car il prouve par là, une fois de plus, le large concours qu'il apporte au développement de notre groupement.

L'UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES.

Les travaux de l'Union des Industries métallurgiques et minières sont trop vastes pour être cités en détail dans notre rapport.

Nous croyons devoir rappeler les observations soulevées par l'Union, et relatives à la définition du mot « Marchandage », figurant au projet de loi, et à laquelle s'est rattachée l'application des termes : « Travail aux pièces par équipes », dans le but d'éviter toute ambiguïté.

D'autre part, nous signalons la décision de notre Chambre syndicale de reproduire dans *La Revue électrique* le texte de l'arrêté du Conseil d'État, communiqué par l'Union, au sujet de patentes imposées aux établissements métallurgiques.

Nous devons également à l'Union les communications de jurisprudence de la Cour de Cassation sur la question des retenues en règlements de compte faits au moment du paiement des salaires.

Une des questions les plus intéressantes étudiées par l'Union et mentionnée d'une façon si nette et si précise dans son rapport, a trait aux questions des retraites ouvrières.

Nous extrayons les passages les plus importants de ce rapport, regrettant de ne pouvoir le reproduire dans son entier.

RETRAITES OUVRIÈRES ET PAYSANNES.

« Au cours du dernier exercice, le fait le plus important pour nous a été le vote de la loi sur les retraites ouvrières et paysannes.

» Lors de notre dernière Assemblée générale, le Sénat venait d'achever l'adoption du projet en première lecture. Ce projet consacrait, vous le savez, malgré les vœux que nous avions émis avec les autres unions, le principe de l'obligation de la capitalisation des contributions patronales, et du précompte des versements ouvriers.

» Nous avons obtenu un certain nombre de dispositions intéressantes, grâce au dévouement de MM. les Sénateurs Philippe Berger et Touron, auxquels nous tenons à rendre hommage. Nous citerons notamment la dispense formelle du collage des timbres pour les Caisses patronales et syndicales, la faculté de faire certains placements hypothécaires, la libre disposition des fonds provenant des cotisations supplémentaires, et la possibilité pour l'ouvrier de s'engager à faire partie d'une caisse patronale ou syndicale pendant toute la durée de son contrat de travail.

» Le projet, une fois voté par le Sénat, fut transmis à la Chambre des Députés, et celle-ci, sans vouloir s'arrêter aux nombreuses critiques qu'il soulevait, l'adopta sans modifications, de façon à le rendre définitif, avant les élections générales. Il devint ainsi la loi du 5 avril 1910.

» M. le Sénateur Ribot ayant pris l'initiative quelque temps après le vote de la loi, de demander au Patronat de prêter son concours à l'étude de la mise en application des retraites ouvrières, nous n'avons pas hésité, d'accord avec toutes les autres Unions, à répondre à cette invitation. Une section patronale des retraites ouvrières fut constituée par les groupements qui nommèrent chacun trois délégués, et demandèrent au président de notre Union, M. Guillain, de bien vouloir diriger ses travaux.

» Le 20 octobre, elle adressa, en réponse à M. le Ministre du Travail, les observations relatées dans le rapport de l'Union.

» Nous avons eu connaissance par les journaux, et par le rapport de M. Chéron, Député, sur le budget du travail, des principales dispositions du projet de règlement général. Ce projet prévoit, vous le savez, l'établissement des listes d'assujettis qui seront dressées par les municipalités et qui devront comprendre tous les salariés, quelle que soit la Caisse qu'ils aient choisie : Caisse de l'État, Société de Secours mutuels ou Caisse patronale. Puis des cartes d'identité et des cartes annuelles seront établies par les Préfectures et distribuées aux intéressés

par l'intermédiaire des mairies; les cartes annuelles seront destinées à recevoir les timbres; elles seront échangées chaque année contre de nouvelles, lors de l'anniversaire de la naissance de leurs possesseurs, et renvoyées à la Préfecture qui sera chargée de les transmettre aux différentes Caisses, après en avoir dressé un état récapitulatif.

» Ce système soulève au point de vue administratif les critiques les plus sérieuses; en particulier, il confie aux mairies et aux Préfectures un travail considérable, qui exigera forcément des employés spéciaux dont le traitement n'est pas prévu. Il semble également causer dans les milieux ouvriers de vives appréhensions en raison du dépôt à la Préfecture des cartes récapitulatives, ce qui permettra de suivre chaque ouvrier dans ses déplacements; et ces appréhensions sont telles qu'elles imposeront sans doute aux patrons une très grande réserve, si l'Administration leur demande de lui prêter bénévolement leur concours.

» Nous ne manquerons pas, Messieurs, de vous tenir au courant, et dès que les règlements d'Administration publique auront été publiés nous vous remettrons une note explicative sur tous les points que vous avez intérêt à connaître au moment de la mise en application de la loi. »

Telles sont, Messieurs, les grandes lignes de la question des retraites ouvrières.

L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

L'Union des Syndicats de l'Électricité, en opérant la jonction des groupements des constructeurs et des producteurs d'énergie électrique, donne une force encore plus importante aux revendications et observations de toute l'industrie électrique.

Son éminent président, M. Guillain, qui aujourd'hui revenu à la santé a repris avec son ardeur et son dévouement incontestés la direction des travaux de l'Union, assure à l'œuvre de nos syndicats un développement d'autant plus grand que les résultats obtenus sont plus efficaces.

M. le Président de l'Union est du reste secondé dans sa tâche par son comité, composé des notabilités les plus importantes du monde électrique.

Les travaux accomplis pendant cette dernière année nous montrent jusqu'à quel point la conduite éclairée des dirigeants de l'Union a favorisé nos entreprises, combien leurs œuvres sont efficaces, combien l'action de l'Union est bienfaisante.

Nous rappellerons les travaux les plus saillants devant attirer votre attention.

L'Union a invité les syndicats qui lui sont affiliés à produire divers renseignements permettant de préparer une ligne d'action commune relative au repos hebdomadaire.

Elle a étudié les règlements si intéressants se rapportant aux traversées des lignes de chemins de fer. Divers renseignements ont été donnés à nos sections professionnelles dans le but de faciliter l'étude de cette question.

Dans notre précédent rapport, nous vous faisions connaître qu'elle avait rédigé, d'accord avec une commission mixte, les instructions relatives à la fourniture et à la réception des machines et transformateurs électriques.

Après quelques modifications au texte primitif, ces instructions se sont rapidement répandues dans l'industrie électrique, et servent aujourd'hui de base à l'élaboration de toute étude et au règlement de toute constatation.

Il en est de même de celles ayant trait aux câbles sous plomb et câbles armés qui font autorité aujourd'hui.

L'Union avait également élaboré un nouveau règlement concernant les conditions d'établissement des installations électriques à l'intérieur des immeubles.

Une commission mixte avait examiné ce projet, mais notre commission, sur les observations d'un de nos dévoués collègues, M. Brunswick, a pensé qu'il serait intéressant de transformer complètement le texte primitif, pour le mettre entièrement en rapport avec les nouvelles exigences qui se manifestent chaque jour.

Notre commission a donc revisé à nouveau le texte primitif, et si quelque retard a été apporté au fait de cette revision, nous ne doutons pas que dans peu de temps ces instructions, modifiées, seront présentées sous une forme qui permettra à tous d'y trouver, avec la sanction de l'Union, un appui des plus sûrs pour tous les travaux qui auront trait à ces règlements.

Le travail de ces instructions a semblé si vaste que notre président de la 3e section, M. Grosselin, n'a pas hésité à demander d'en disjoindre les règlements concernant les fils et câbles sous caoutchouc qui formeront des statuts analogues à ceux élaborés pour les câbles sous plomb et câbles armés.

Nous espérons ainsi que bientôt l'Union pourra publier des instructions relatives aux installations intérieures aussi intéressantes et utiles que les précédentes.

Le Comité de l'Union a, suivant la proposition de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, jugé qu'il y aurait intérêt à remplacer les affiches posées dans les usines par un livret qui serait mis à la disposition des ouvriers.

Nous venons de vous tracer en quelques mots les travaux saillants de l'Union, de vous montrer comment deux syndicats qui y sont affiliés, celui des usines d'électricité, d'une part, celui des industries électriques, d'autre part, étaient arrivés à élaborer des règlements donnant satisfaction à tous, bien qu'en principe les intérêts semblent ne pas être les mêmes.

C'est un grand pas réalisé sous l'égide de l'Union, sous l'égide de son président, et nous sommes heureux d'avoir trouvé une si grande largeur de vue auprès du Syndicat des usines représenté par son aimable président, M. Brylinski, et par son dévoué secrétaire général, M. Fontaine.

Nous ne doutons pas que ces exemples amèneront certainement d'autres groupements à se rallier à l'Union, dont la bienfaisante action se fait de plus en plus sentir, et qui bientôt groupera autour d'elle tout ce qui touche à l'industrie électrique.

Tous les travaux de l'Union, ainsi que ceux de nos groupements, sont publiés par *La Revue électrique* dont le fonctionnement est des plus intéressants.

La Revue électrique nous transmet toutes les communications susceptibles d'intéresser nos adhérents. Elle



est rédigée avec un goût exquis par un écrivain de grand talent, son rédacteur en chef, M. Blondin, qui, par son dévouement, mérite toutes nos meilleures félicitations.

Nous n'aurons garde d'oublier le comité consultatif de la rédaction de cette revue pour la participation qu'il apporte à l'examen des articles intéressant chacun de nous.

Le traité de *La Revue électrique* avec la Maison Gauthier-Villars prenait fin au 31 décembre 1910, et dans le courant de cette même année l'Union négociait le renouvellement de cette entente en vue d'apporter certaines modifications améliorant le journal pour nos adhérents.

Le nouveau traité en vigueur depuis le 1er janvier 1911 comporte les modifications principales suivantes :

La couverture porte le titre de *La Revue électrique*, mais avec l'indication en sous-titre de : Bulletin de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Au lieu de 40 pages, la Revue en contient maintenant 48.

L'Union des Syndicats dispose en moyenne de 10 pages par numéro avec un maximum de 20 pages pour les parties relatives aux procès-verbaux, communications et renseignements.

Dans le but d'amener le lecteur à examiner et à lire les annonces comprises dans une moyenne de 6 pages, l'Union a obtenu de faire insérer dans ces pages un texte intéressant particulièrement nos adhérents, et comprenant des renseignements divers n'ayant pas un caractère permanent.

Le prix de la Revue a dû être augmenté du fait de ces heureuses modifications, mais pour nos adhérents qui la reçoivent gratuitement, cette édition sera certainement des plus appréciées.

Nous adressons tous nos compliments à M. Fontaine qui a montré sa diplomatie habituelle dans les négociations qui l'on conduit à la conclusion de ce traité.

MANIFESTATIONS PERSONNELLES.

SIÈGE SOCIAL.

Dans notre dernier rapport, nous vous faisions connaître les raisons qui nous avaient décidés à chercher un nouvel emplacement, en rapport avec notre développement toujours croissant.

Aujourd'hui c'est chose faite; et notre nouveau local, situé, 9, rue d'Édimbourg, nous a permis de nous réunir aujourd'hui en Assemblée générale, au lieu de chercher asile auprès d'autres groupements.

Nous avons montré par là le soin que nous avons apporté à l'aménager suivant nos besoins, en réservant à notre Secrétariat général des bureaux facilitant sa tâche de jour en jour plus lourde.

Certes, nos frais ont été augmentés de ce fait. Pourtant l'Association amicale des Ingénieurs électriciens, qui occupait déjà une salle à notre ancien siège, nous a suivi rue d'Édimbourg et nous a, de cette façon, dégrevé proportionnellement d'une partie de nos charges.

M. Sartiaux, président de cette Association, nous a ainsi montré une fois de plus les liens d'amitié qui unissaient nos deux groupements.

Notre installation a nécessité quelques dépenses supplémentaires, mais là encore de généreux donateurs, dont les noms ont été publiés dans *La Revue électrique*, ont largement apporté leur concours, soit dans les travaux d'installation, soit par des dons de toutes sortes.

Nous leur adressons tous nos remerciements, et nous ne saurions oublier d'adresser nos compliments à la Commission chargée de l'organisation des locaux et qui se composait de trois de nos anciens présidents : M. Meyer-May, M. Sartiaux et M. Sciama.

C'est dans ces nouveaux locaux que nous avons élaboré et mené à bonne fin les nombreux travaux dont nous allons vous citer les principaux.

RELATIONS AVEC LES POUVOIRS PUBLICS, ADMINISTRATIONS ET AUTRES.

La revision du tarif général des douanes s'est terminée par le vote de la loi du 30 mars 1910, applicable dès le 1er avril 1910.

Cette question nous avait beaucoup préoccupés pendant la dernière année de la présidence de M. Meyer-May qui, au dernier moment, aidé dans ses démarches multiples par M. le sénateur Gaston Menier, a obtenu quelques modifications importantes aux amendements qui allaient être votés, et visant nos industries.

Il a ainsi soutenu magistralement, jusqu'au dernier moment, les revendications de toute l'industrie électrique.

Nos anciens présidents et notre Bureau, reconnaissants de l'appui si puissant que M. le sénateur Gaston Menier nous avait apporté en cette circonstance, se sont rendus chez lui pour lui offrir le titre de Membre d'honneur du Syndicat.

Toute la Chambre syndicale et le Syndicat ont applaudi à cette marque de sympathie, faible témoignage de notre reconnaissance en face du grand résultat final qu'il a obtenu, par sa grande compétence et par la haute situation qu'il occupe auprès des Pouvoirs publics.

Certains bureaux du Ministère de la Guerre avaient prétendu vouloir conserver, lors des adjudications, les échantillons des appareils envoyés par les soumissionnaires non déclarés adjudicataires.

Notre Chambre a aussitôt adressé une protestation à M. le Ministre de la Guerre qui a répondu que dorénavant les échantillons seraient conservés par l'Administration, mais que leur prix en serait remboursé aux soumissionnaires.

Notre Chambre a été appelée également à examiner le projet de loi portant l'interdiction du marchandage :

Un arrêt de la Cour de Cassation du 31 janvier 1901 a décidé que l'exploitation de l'ouvrier par le sous-entrepreneur ouvrier, ou marchandage, au sens des décret et arrêté de mars 1848, ne constituait un acte frauduleux que s'il réunissait les trois éléments suivants : un fait matériel, une intention de nuire et un préjudice pour l'ouvrier.

Le Gouvernement, estimant que la preuve de l'intention de nuire est presque impossible à faire pour l'ouvrier et que par suite le décret de 1848, déjà trop rarement invoqué par les intéressés, devenait impuissant pour réprimer des abus incontestables, a déposé un projet de loi qui a été voté par la Chambre des Députés et qui est actuellement soumis au Sénat.



Ce projet a pour base l'interdiction pure et simple du marchandage.

En substituant cette forme à celle d'une réglementation du contrat de travail, la loi n'aurait dû interdire que les contrats de sous-entreprise portant tout d'abord exclusivement sur la main-d'œuvre, et pouvant constituer en outre un profit que le tâcheron tirerait de l'ouvrier.

Mais la définition du marchandage ainsi délimitée était très difficile à établir, et malgré les amendements votés par la Chambre des Députés au projet du Gouvernement, elle reste trop large et menace d'atteindre des formes de sous-entreprises très licites, telles que les contrats à façon, à la tâche et aux pièces.

Il y a lieu de s'associer aux autres groupements syndicaux et d'insister auprès de la Commission du Sénat, quand elle reprendra son étude actuellement peu active, pour qu'elle modifie ou complète cette définition, ou étudie, ce qui vaudrait mieux, un contre-projet réprimant simplement les abus dans ce genre de sous-entreprises, avec ou sans intention de nuire.

Nous tenons également à signaler les prétentions de l'Octroi taxant les dynamos et moteurs comme faisant partie des immeubles.

L'Administration de l'Octroi, estimant qu'elle pouvait s'appuyer sur les arrêts de jurisprudence, réclame aujourd'hui le payement des droits d'octroi dans un certain nombre de localités sur le matériel électrique qui y entre pour y être installé.

Des procès ont été engagés, et la jurisprudenc e actuelle est favorable aux dires de l'Administration de l'Octroi.

Bien plus, un arrêt de la Cour de Cassation vient de confirmer le fait en décidant que les droits d'octroi étaient dus sur le matériel des canalisations aériennes comme étant directement reliées aux machines qui, elles, font partie intégrante du sol, par leur mode de fixation.

L'examen qui a été fait des différents arrêts ne permet pas d'espérer une modification à cette jurisprudence, et il est à craindre que nous ne soyions obligés de considérer comme une nouvelle charge ces prétentions qui viennent s'ajouter à toutes celles qui nous ont été appliquées depuis plusieurs années.

La Chambre des Députés a inscrit dans le budget le vote d'un crédit de 100000 fr pour l'achat par l'État, à titre onéreux, des appareils téléphoniques nécessaires aux 2500 abonnés nouveaux du réseau de Paris.

D'accord avec le Syndicat des entrepreneurs et constructeurs électriciens, de la rue Lutèce, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'adresser une lettre collective au Ministre des Postes et des Télégraphes pour protester contre ce vote.

Après cet envoi, M. Guillain, président de l'Union, a bien voulu accepter d'appuyer nos démarches.

Nous vous tiendrons au courant des résultats que nous aurons obtenus.

Nous nous sommes affiliés, dans le courant de cette année, au Comité central d'études et de défense fiscale qui s'occupe très activement de combattre certains projets de loi de l'impôt sur le revenu en suivant, dans cette voie, l'Union métallurgique et minière.

Tout dernièrement, l'Union des Industries métallurgiques et minières nous engageait à protester auprès des Membres de la Commission contre le projet d'imposer les industriels d'après leur chiffre d'affaires.

Nous avons accédé à cette demande, et notre successeur aura à suivre de près cette très intéressante question.

L'Union des Syndicats nous demandait dernièrement si parmi nos adhérents certains d'entre eux avaient créé dans leur établissement, soit des caisses de secours mutuels, soit des caisses de retraites ou de secours divers pour les ouvriers ou employés.

Nous avons reçu une grande quantité de réponses qui nous prouvent que depuis longtemps beaucoup de nos industriels ont eu la préoccupation très légitime d'assurer l'existence de leur personnel.

Sans attendre la loi sur les retraites ouvrières, les chefs de maisons ont compris en effet qu'il était de leur devoir de donner aux travailleurs honnêtes et laborieux qui leur consacrent leur existence une aide efficace au moment où la maladie, l'âge et les infirmités viennent les frapper.

Tout récemment l'Administration de la Marine nous a demandé d'étudier les conditions de fournitures des appareils destinés aux installations de terre.

Nos sections ont été saisies des différentes questions à examiner, et nous sommes persuadés que ce travail fait par des industriels aussi compétents, d'accord avec l'Administration de la Marine, donnera les meilleurs résultats.

ARBITRAGES.

Comme l'année dernière, le Tribunal de Commerce s'est fréquemment adressé à nous pour nous demander notre avis sur les différends touchant nos industries.

71 affaires ont été renvoyées devant notre Chambre; 38 rapports ont été déposés au Tribunal; 28 affaires ont été conciliées amiablement, grâce aux efforts de ceux qui en ont été chargés; 3 n'ont pu être examinées pour diverses causes et 2 sont encore à l'examen.

Nous devons nos remerciements aux Membres de notre Bureau et à notre ancien président, M. Sartiaux, toujours prêt à rendre service.

Ils ont bien voulu étudier ces litiges, tâche souvent ardue et difficile, mais qui a mis en relief l'action de notre Syndicat.

SUBVENTIONS.

Notre Syndicat, pour affirmer de plus en plus son action auprès des groupements dont les intérêts sont connexes aux siens, a payé des cotisations :

A l'Union des Industries métallurgiques et minières;
A l'Union des Syndicats de l'Électricité;
Au Comité des Chambres syndicales;
Au Comité électrotechnique français ;
Au Comité central d'études et de défense fiscale;
A la Fédération des industriels et commerçants français.

Il a accordé des subventions, prix et médailles :

A l'Office national du Commerce extérieur;
Au Musée de prévention des accidents du Travail et d'Hygiène industrielle;
A la Fédération générale française professionnelle des mécaniciens, chauffeurs, électriciens des Chemins de fer et de l'Industrie, dirigée si habilement par M. Augé;
Au Syndicat des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, automobilistes, électriciens de toutes industries;



A l'Ecole Bréguet;

A la Société d'Enseignement professionnel de Jeumont, et au Cours des apprentis de 3e année de la rue Lacordaire, dont nous allons parler ultérieurement.

Il est abonné :

Au Bulletin municipal officiel;

Au Journal officiel;

Aux Annales des douanes;

A l'Office du travail législatif et parlementaire.

SECOURS AUX FAMILLES DES INONDÉS.

Nous avions signalé, dans le Rapport de notre dernier exercice, qu'une somme de 5000 fr avait été mise à la disposition de notre Syndicat pour soulager les ouvriers de nos industries victimes des dernières inondations.

Les versements ont été faits, après examen des demandes et le reliquat, sur la proposition des généreux donateurs, est réservé à secourir des infortunes dignes d'intérêt pouvant survenir à des personnes adhérentes, ou ayant été adhérentes à notre Syndicat.

La Chambre a adressé ses plus vifs remerciements aux donateurs.

DINER DU SYNDICAT.

La santé, aujourd'hui rétablie, de notre sympathique Président de l'Union, M. Guillain, n'a pas permis au banquet annuel de nos groupements de se faire.

Nous avons pensé, bien tard, il est vrai, de réunir nos adhérents dans un dîner intime, voulant resserrer davantage les liens amicaux et les sentiments de solidarité qui nous unissent tous.

Un grand nombre d'entre eux ont répondu à notre appel; aussi la salle était trop petite, mais la plus franche cordialité n'a cessé de régner au cours de cette agréable soirée où M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie s'était fait représenter.

Nous avons eu le plaisir d'y voir distribuer comme récompenses :

14 Médailles d'honneur du travail;

3 Médailles d'argent et Diplômes d'honneur de la Société républicaine des Conférences populaires;

30 Médailles d'argent du Syndicat;

68 Médailles de bronze.

Toutes les récompenses, et particulièrement les Médailles du Syndicat, ont causé le plus grand plaisir à leurs titulaires, et un grand nombre nous sont demandées pour le prochain banquet.

L'importance attachée à cette distinction nous montre l'intérêt que présente cette création, et nous ne pouvons que nous en féliciter.

FONDS SPÉCIAUX DU BUREAU DE CONTROLE.

Les fonds provenant du bureau de contrôle ont été complètement remboursés à notre Syndicat en 1908, et les 10 donateurs qui avaient créé ce bureau ont eu au moment de ce versement la généreuse idée de les laisser à notre disposition pour être utilisés, avec leur approbation, à des œuvres d'intérêt général, touchant directement notre groupement.

Il a été toujours difficile, sinon impossible, d'obtenir un consentement unanime pour l'emploi de ces fonds lorsque l'occasion s'en est présentée.

Devant cet état de choses, notre éminent et actif ancien président, M. Sciama, a rendu un grand service à notre Syndicat en proposant une solution qui, tout en réservant l'emploi des fonds à la sanction des donateurs, permettrait à notre groupement de les utiliser au mieux de nos intérêts.

Cette proposition consistait en la nomination d'une commission de 3 membres pris parmi les donateurs qui auraient plein pouvoir pour utiliser et autoriser l'emploi de ces fonds sur les propositions faites par notre Chambre.

Nos démarches, faites dans ce sens, ont abouti à la fin de l'année dernière, et MM. Harlé, Eschwège, Sciama ont été désignés comme membres de la Commission.

Celle-ci a nommé président M. Harlé, et dès sa création elle a fait œuvre utile pour la collaboration qu'elle a apportée à la si intéressante fondation des cours d'apprentissage.

Nous devons à M. Sciama, l'auteur de cette ingénieuse solution, tous nos sentiments de gratitude pour le résultat si intéressant que nous a donné et nous donnera l'utilisation de ces fonds.

Nous sommes convaincus que par cette intervention un grand nombre d'œuvres utiles du Syndicat pourront être heureusement menées à bien.

CRÉATION DES COURS COMPLÉMENTAIRES DES APPRENTIS DE 3e ANNÉE, RUE LACORDAIRE.

Parmi les questions qui préoccupent à juste titre les industriels, l'une des plus importantes est celle du recrutement du personnel ouvrier.

On trouve, en effet, en quantité suffisante des manœuvres et des tâcherons; mais il devient de jour en jour plus difficile de se procurer des ouvriers connaissant bien leur métier et capables d'un travail habile et bien fini. Les bons ouvriers vieillissent et les jeunes ne possèdent pas, en général, leur métier d'une façon suffisante.

Les causes de cet état de choses sont nombreuses et des plus variées et nous n'entrerons pas dans leur examen.

Mais la principale raison et la plus grave est la diminution, et l'on pourrait presque dire la suppression, des apprentis.

Depuis longtemps déjà on a constaté la crise de l'apprentissage et de tous côtés les projets les plus divers ont été élaborés en vue d'y remédier; mais jusqu'à ce jour ils n'ont pas abouti et la question reste encore à résoudre.

Actuellement plusieurs projets de loi sont déposés et d'autres ont été élaborés par des personnalités diverses, les uns visant l'enseignement professionnel en général, d'autres la question de l'apprentissage industriel; les uns et les autres demandent à être sérieusement étudiés par les groupements industriels, afin d'y apporter les modifications nécessaires pour atteindre le but qu'on doit obtenir, c'est-à-dire l'instruction professionnelle pratique de l'ouvrier, sans qu'il en résulte pour les industriels des charges nouvelles et des difficultés dans l'organisation du travail des ateliers et des préjudices même pour les ouvriers.

L'examen de la question montre qu'il est très difficile

8...

d'établir une réglementation stricte, s'appliquant à toute l'industrie; car les conditions du travail varient non seulement d'une industrie à l'autre, mais souvent même d'une spécialité à l'autre dans la même industrie; elles ne sont pas les mêmes dans les régions différentes et suivant les saisons pour certains genres d'industries.

Il faudrait donc que les règlements ou lois se contentent de fixer des conditions générales en laissant toute liberté de déterminer les conditions d'application à des commissions instituées à cet effet et dans lesquelles les intéressés, c'est-à-dire les industriels et les ouvriers seraient en nombre suffisant.

Loin de se désintéresser de la question, notre Chambre a renvoyé les différents projets à l'étude d'une commission qui doit les examiner et déterminer les modifications à y faire et les dispositions nouvelles qu'il y aurait à demander.

Après approbation par la Chambre, le résultat de cette étude sera transmis aux groupements industriels dont nous faisons partie (Union des Syndicats de l'Électricité, Union des Industries métallurgiques et minières, Comité central des Chambres syndicales, Fédération des industriels et des commerçants français), de façon à réunir nos efforts en vue d'une action commune qui sera d'autant plus puissante qu'elle représentera un plus grand nombre d'industries et les plus importantes.

Mais, à côté de cette question d'ordre général, nous avons pensé qu'il était plus intéressant d'examiner de suite la proposition qui nous a été présentée au mois de juin dernier par notre aimable ancien président M. Mildé, dont les conseils remarquables sont toujours écoutés avec juste raison.

M. Mildé a créé il y a longtemps dans son établissement une classe d'apprentis qui lui donne entière satisfaction et il lui semblait que, si le Syndicat fondait des cours semblables, nos adhérents chefs de maisons formeraient autour d'eux des ouvriers dévoués qui, par les connaissances acquises, arriveraient à se distinguer et à s'élever auprès de ceux qui les emploient.

Il pensait aussi que de telles écoles, de création nouvelle, s'adaptant aux besoins de nos industries, pourraient faire modifier les lois bientôt à l'étude, en montrant, non par des paroles, mais par des actes, ce que nos industriels peuvent faire et obtenir par leurs propres moyens.

C'était là une belle conception, mais aussi un vaste projet à exécuter que nous demandait M. Mildé.

Qu'importe ! Vouloir c'est pouvoir; et il nous l'a prouvé en cette circonstance.

Il multiplie ses démarches actives pour arriver au but qu'il s'est proposé. Il rencontre M. Jully, inspecteur de l'Enseignement, qui joint ses efforts aux siens, et lui indique un premier local, l'Ecole de la rue Lacordaire, agencée à cet effet.

Groupe électrogène, installation électrique, tables à dessin, rien n'y manque.

De plus, située dans le xve arrondissement, cette école se trouve au centre des principales maisons d'électricité.

Notre Chambre nomme une commission pour suivre cette étude, MM. Harlé, Mildé, Sciama, Meyer-May, Guittard, et votre président, qui la forment, emploient tous leurs efforts à la réalisation de cette œuvre.

Notre éminent ancien président, M. Harlé, accepte la présidence de cette Commission, et dès ce moment, par ses visites à l'Hôtel-de-Ville, d'une part, par sa haute compétence, d'autre part, nous obtenons en 15 jours et l'assentiment du Conseil municipal et la sanction de M. le Préfet de la Seine.

M. Harlé s'inscrit le premier pour un grand nombre d'élèves et propose que pour couvrir une partie des frais chaque patron verse 50 fr par élève.

Il est suivi par la Société industrielle des Téléphones, par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, par l'Éclairage électrique, par la maison Védovelli, Priestley et Cie, par la Compagnie française pour la fabrication des lampes à incandescence, M. Larnaude.

Il y a 38 places, 46 élèves du quartier sont inscrits dès le début par nos différents adhérents.

En même temps, MM. Mildé, Sciama, et l'Appareillage électrique Grivolas, trop éloignés du quartier, s'inscrivent comme donateurs.

M. Harlé, président de la gestion des fonds du Bureau de contrôle, fait voter une garantie importante par la Commission, et notre Syndicat verse également une subvention pour les premiers frais et le fonctionnement de l'École.

Après avoir minutieusement étudié le programme des classes, après avoir choisi les professeurs, les cours ouvraient le 30 janvier et obtenaient de suite un réel succès.

Nous nous sommes rendus plusieurs fois rue Lacordaire et avons été émerveillés des jeunes intelligences qui suivent si assidûment les enseignements des excellents professeurs. Ceux-ci s'adonnent d'ailleurs avec une véritable passion à la tâche que notre Syndicat leur a confiée, sous la direction éclairée de M. Jully, auquel nous adressons nos meilleurs compliments.

Nous sommes convaincus que les résultats dépasseront nos espérances, et sommes fiers d'inscrire, au commencement de ce chapitre de philanthropie, les noms de M. Mildé le créateur de cette école, M. Harlé, l'organisateur si pondéré des cours, M. Sciama, dont l'action entraînante a hâté la solution des questions difficiles à résoudre, ainsi que ceux de tous les membres de la Commission qui ont contribué puissamment à la réalisation d'une œuvre sociale, actuellement à l'ordre du jour.

PROGRESSION DU SYNDICAT.

L'année dernière nous vous informions que depuis le 1er janvier 1909 notre Syndicat s'était accru de 77 adhérents.

Depuis le 1er janvier 1910, nous avons enregistré, tant comme établissements adhérents que comme adhérents en nom personnel, 41 nouvelles adhésions.

Ces chiffres montrent bien nettement que dans un bref délai tous ceux qui s'occupent de constructions électriques se seront joints à nous.

Nos préoccupations de donner satisfaction aux revendications générales, touchant notre industrie ont attiré l'attention de tous, et tous ceux qui se sont associés à nous y ont trouvé leur avantage.



Par l'organe de *La Revue électrique*, nous propageons les résultats de nos travaux journaliers, et nous nous affermissons de plus en plus dans la lutte constante que nous avons à soutenir pour la défense de nos intérêts.

L'augmentation du nombre de nos adhérents nous a donné un siège de plus à l'Union des Syndicats où cinq de nos membres de la Chambre défendent aujourd'hui les demandes si légitimes de l'industrie électrique.

Mais notre développement, toujours croissant, nous a donné quelques préoccupations d'ordre financier.

Notre nouveau siège social répond aujourd'hui à l'importance de notre œuvre, mais occasionne nécessairement des frais supplémentaires.

D'autre part, la propagande intelligente du Secrétariat général, à laquelle est dû en partie notre développement, les travaux actifs des sections qui lui apportent un surcroît de besogne, auront comme résultat une rapide augmentation de personnel.

Enfin *La Revue électrique* a pris un nouvel essor. Les renseignements relatifs à notre Syndicat ont nécessité une place plus grande dans les publications, et les résultats de nos travaux sont transmis aujourd'hui dans tout le pays par son intermédiaire.

Pour arriver à ce but, il nous a fallu faire des sacrifices pécuniaires.

Tous vous êtes industriels, et vous savez, Messieurs, qu'une Société qui prend de l'extension a besoin de capitaux.

Aussi nous avons examiné les moyens d'augmenter nos ressources, et vous serez appelés à vous prononcer sur les propositions qui vous seront soumises à ce sujet.

Nous terminons, mes chers Collègues, ce rapport un peu long. Ce n'est nullement de notre faute s'il a fallu vous dire tant de choses. Ce sont vos travaux si nombreux dont les résultats féconds ont déterminé l'importance de ce compte rendu.

Nous adressons nos plus sincères remercîments à nos anciens présidents, auxquels nous avons eu si souvent recours ces deux dernières années, et dont les conseils nous ont permis d'obtenir gain de cause dans les questions diverses qui nous ont été soumises, quelquefois difficiles à résoudre; à nos représentants aux grands groupements, dont l'importance vous a été démontrée au cours de notre rapport; à notre Bureau si dévoué, toujours prêt à à nous seconder en toute occasion; aux présidents, vice-présidents, secrétaires, et aux membres de nos sections, personnifiant l'ensemble de notre Syndicat.

Tous ces dévouements se trouvent concentrés à notre siège social; et nous devons à M. Chaussenot, notre sympathique secrétaire général, des éloges bien mérités pour la collaboration intelligente qu'il nous a constamment apportée.

Cette année, plus que les autres, nous avons mis à contribution notre Commission consultative, et particulièrement M. Gaston Mayer.

Ses avis précieux, donnés si aimablement, nous ont toujours aidé à solutionner les points les plus délicats.

Aussi lui adressons-nous nos compliments, vifs et sincères, heureux de l'avoir près de nous comme conseil des plus judicieux.

Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez accordée ces deux dernières années, et nous avons été très touché de l'honneur que vous nous avez fait en nous appelant à présider vos séances si intéressantes.

Notre action s'est portée sur tout ce qui peut favoriser nos industries. Nous ne doutons pas que notre successeur, groupant autour de lui tant de force vitale, ne continuera encore à rendre notre œuvre des plus vivaces pour la prospérité et le développement de toutes les industries électriques.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 11 avril 1911.

Présidence de M. C. Zetter.

La séance est ouverte à 2 h 30 m.

Sont présents : MM. Bancelin, J.-M. Berne, Brunswick, Chaussenot, Eschwège, Gaudet, Grosselin, Iung, Leclanché, Lecomte, Legouëz, Georges Meyer, Marcel Meyer, E. Minvielle, Pornon, Roche-Grandjean, Sauvage, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. Chateau, Frager, Larnaude, de La Ville Le Roulx, L. Mascart, Routin, Sciama, Ch. Tournaire.

— M. le Président souhaite la bienvenue à M. Pornon, nouvellement nommé membre de la Chambre syndicale et qui assiste pour la première fois à la séance.

— Le procès-verbal de la séance du 7 mars 1911, publié dans *La Revue électrique* du 24 mars 1911, est adopté.

Admissions. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques au titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième section professionnelle :

Sur la présentation de MM. E. Geoffroy et P. Delore, M. Van den Berghe (Paul) (A. Ⓘ), ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur aux usines Geoffroy et Delore, administrateur délégué des Mines de Comberonde, 8, rue Boudant, à Paris.

Sur la présentation de MM. Zetter et Chaussenot, l'*Association amicale des Ingénieurs, anciens élèves de l'Institut électrotechnique de Nancy*, représentée par son président.

Remerciements. — Lettre de la Compagnie française des Câbles télégraphiques remerciant pour son admission dans la troisième section professionnelle.

— Lettre de remercîments de l'Office national du Commerce extérieur pour la subvention de 150 fr que le Syndicat lui a accordée pour l'année 1910.

— Lettre de l'Association philotechnique remerciant pour le don de quatre médailles fait par le Syndicat pour récompenser les meilleurs élèves de ses cours d'électricité.

— Lettre de M. Ed. Gabreau remerciant pour son admission dans le Syndicat.

— Lettre de M. Boucherot remerciant pour son admission dans le Syndicat.

Démissions. — M. le Président signale que, grâce à l'intervention de M. Grosselin, MM. Heinrich n'ont pas maintenu leur démission.

— La Chambre syndicale accepte la démission de MM. Barbas et Balas.

RÉSULTAT DES VOTES AUX ASSEMBLÉES GÉNÉRALES ORDINAIRE ET EXTRAORDINAIRE DU 29 MARS 1911. — M. le Président fait part à la Chambre du résultat des décisions prises par l'Assemblée générale ordinaire du 29 mars 1911, dont le compte rendu a paru dans *La Revue électrique* du 14 avril 1911.

Il signale que le nombre des membres présents ou ayant voté par correspondance n'étant pas suffisant pour permettre à l'Assemblée générale extraordinaire de prendre des décisions relativement à la modification de la cotisation et des statuts, une nouvelle réunion devra être convoquée à une date ultérieure qui sera fixée par la Chambre.

RENOUVELLEMENT DU BUREAU. — M. le Président rappelle que, conformément à l'article 13 des statuts, le Bureau de la Chambre syndicale doit être renouvelé; il indique, à titre de renseignements, les personnalités proposées par les anciens présidents.

La Chambre, approuvant cette proposition, vote par acclamations la constitution du Bureau pour l'exercice 1911 comme suit :

Président...........	M. R. LEGOUËZ.
Vice-présidents......	MM. GROSSELIN, M. MEYER, A. LARNAUDE.
Trésorier...........	M. E. MINVIELLE
Secrétaires..........	MM. P. SAUVAGE, G. MEYER.
Secrétaire général....	M. H. CHAUSSENOT.

A la suite de ce vote, M. Zetter félicite les nouveaux membres du Bureau et remercie la Chambre de l'honneur qu'elle lui avait fait en lui confiant pendant deux années la présidence et en lui apportant pendant tout ce temps son concours le plus actif pour la solution des questions importantes qui se sont présentées.

Il transmet la présidence à M. Legouëz avec la conviction que sous cette nouvelle direction le Syndicat continuera à prospérer et à prendre une importance de plus en plus grande qui rendra son action d'autant plus efficace.

M. Legouëz prend place au fauteuil; il remercie ses collègues de l'honneur qu'ils lui font et qu'il s'efforcera de justifier en continuant les traditions si bien établies précédemment et particulièrement par M. Zetter, dont l'activité et le zèle ont produit des résultats particulièrement intéressants.

COMMISSION DES COMPTES. — La Chambre désigne, comme Commissaires des comptes pour l'année 1911, MM. Chateau et André.

DÉLÉGUÉS AUPRÈS DES UNIONS DE SYNDICATS. — M. le Président indique qu'il y a lieu de désigner les délégués de la Chambre auprès des groupements auxquels notre Syndicat est affilié; il rappelle que, d'après la tradition, les délégués sont, en principe, le président sortant et le président en exercice, auxquels sont adjoints d'autres délégués, s'il y a lieu.

— *Union des Syndicats de l'Électricité*. D'après les statuts, notre Syndicat a cinq représentants.

M. le Président rappelle que, sur la demande de l'Union, le renouvellement a été fait à la séance du 7 février 1911. Ont été désignés : MM. Guillain, Legouëz, Sartiaux, Sciama et Zetter (M. Chaussenot, secrétaire).

— Pour le *Comité central des Chambres syndicales*, après explications de M. le Président, la Chambre désigne MM. Meyer-May et Zetter.

— *Union des Industries métallurgiques et minières*. Après examen, la Chambre désigne MM. Legouëz et Zetter.

MODIFICATIONS AUX TABLEAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — M. le Président signale que la Maison Bréguet reste membre de la quatrième section professionnelle, se réservant de désigner ultérieurement son représentant à cette section.

BANQUET DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ DU 6 AVRIL 1911. — M. le Président indique que le compte rendu du banquet de l'Union des Syndicats de l'Électricité paraîtra dans *La Revue électrique;* il signale que les membres du Syndicat ayant répondu à l'appel qui leur avait été fait ont été nombreux et il les en remercie, cette manifestation ayant prouvé aux membres du Gouvernement et aux personnalités invitées l'importance de notre groupement.

DISTINCTIONS HONORIFIQUES. — M. le président indique que, à l'occasion du banquet de l'Union, les distinctions suivantes ont été accordées :

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts a nommé : Officiers de l'Instruction publique :

M. Cance (Albert), ingénieur des Arts et Manufactures;

M. Chaussenot (Henri), ingénieur électricien, secrétaire général du Syndicat;

M. Domez, chef du service commercial de la Compagnie générale de travaux d'éclairage et de force.

Officier d'Académie : M. Chabenet, chef du secrétariat de la maison Bréguet.

M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie a bien voulu accorder 18 médailles d'honneur du travail aux ouvriers méritants, ayant 30 années de service ininterrompu dans la même maison.

Notre Chambre syndicale a, en outre, décerné 26 médailles d'argent et 29 médailles de bronze du Syndicat aux ingénieurs, employés et ouvriers des maisons adhérentes répondant aux conditions prescrites par le règlement du Syndicat.

— M. le président signale également la nomination faite récemment de M. Marcel Ducommun, Directeur de la Société avignonnaise d'électricité, à Avignon, comme officier d'Académie, et lui adresse les félicitations du Syndicat.

CORRESPONDANCE. — La Chambre prend connaissance de la correspondance suivante :

— Lettre du Syndicat des électriciens de Marseille communiquant la composition de son bureau pour l'année 1911.

— Lettre de la Chambre de Commerce de Paris demandant notre avis sur le projet de loi relatif à la contribution des patentes. La question a été soumise, dès réception, à l'examen des sections professionnelles.

— Lettre de MM. Legendre frères demandant l'intervention du Syndicat pour solutionner une question pendante entre eux et les secteurs de Paris, relativement à l'application du règlement préfectoral du 9 juin 1909, pour les appareils de démarrage des moteurs de plus de 10 HP. La Chambre charge son président de se mettre en

rapport à ce sujet avec le président du Comité de direction des secteurs.

— Demande d'adhésion à l'Exposition internationale des Industries et du Travail de Turin 1911. La Chambre est d'avis de ne pas exposer.

— Lettre d'une personne informant qu'elle serait désireuse d'acquérir un fonds de commerce d'installations électriques. Mention en sera faite au procès-verbal et les adhérents que la question intéresserait pourront s'adresser au secrétaraiat.

— Circulaire du Comité des Elections consulaires relative aux élections pour le renouvellement partiel des conseillers des quatre sections industrielles et de la section commerciale du Conseil des Prud'hommes de la Seine. La Chambre estime qu'il serait désirable que l'industrie électrique soit représentée au Conseil des Prud'hommes et si une candidature se produisait elle lui accorderait son appui et ferait tous ses efforts pour la faire aboutir.

— Circulaire de M. P. Bouillet informant que ses bureaux, magasins et ateliers sont transférés 156, rue de Vanves.

— Demande de récompenses faite par le Syndicat des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, automobilistes, électriciens de toutes industries et parties similaires en faveur des élèves ayant suivi ses cours d'électricité. La Chambre accorde quatre médailles de bronze du Syndicat.

— Lettre du Syndicat des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, automobilistes, électriciens de toutes industries et parties similaires demandant que l'on désigne un examinateur pour le concours de fin d'année de ses cours professionnels. La Chambre charge son président de désigner un délégué pour faire partie du jury d'examen.

— Lettre de l'Énergie électrique du département de la Seine attirant l'attention sur l'intérêt que présente la demande qu'elle a faite en vue de créer pour Paris une distribution d'énergie électrique pour tous autres usages que l'éclairage.

— Lettre d'un adhérent attirant notre attention sur la question des colonnes montantes en location dont les prix d'abonnement lui semblent trop élevés.

— Lettre du Ministère du Commerce et de l'Industrie communiquant un avis relatif à une distribution d'électricité à Routschouk (cet avis est tenu à la disposition de nos adhérents que la question pourrait intéresser).

— Lettre du Ministère du Commerce et de l'Industrie demandant des renseignements sur les cours d'apprentis du Syndicat. Il a été répondu de suite en indiquant ce qui a été fait pour les cours créés rue Lacordaire.

— Lettre du Syndicat des électriciens de Marseille, attirant l'attention du Syndicat sur le projet de loi relatif à la fourniture aux abonnés, par l'État, des appareils téléphoniques. — La loi étant votée, on ne peut que noter les observations que soulèverait son application en vue de modifications éventuelles à demander ultérieurement.

— L'Office national du Commerce extérieur signale une adjudication de fourniture et d'installation d'appareils électriques destinés à l'éclairage électrique de la ville de Varna (Bulgarie).

— Lettre signalant la mise en vente dans le département de l'Eure, le 7 mai prochain, d'une usine de grès cérames pouvant être utilisée à d'autres industries. Les membres adhérents que la question intéresserait trouveront au Secrétariat des renseignements complémentaires.

Travaux des sections professionnelles. — M. le Président communique à la Chambre les procès-verbaux des séances tenues par les différentes sections professionnelles, savoir :

Procès-verbal de la séance du 24 mars 1911 de la 1re section;

Procès-verbal de la séance du 25 mars 1911 de la 2e section;

Procès-verbal de la séance du 15 mars 1911 de la 3e section.

— Les principales questions examinées ont été :

Vérification de l'évaluation de la production annuelle de matériel électrique. Les chiffres indiqués précédemment ont été confirmés par les sections;

Renseignements demandés par la Marine pour l'établissement des conditions techniques de fourniture de matériel. Les sections ont mis cette question à l'étude et formulé quelques observations;

Revision des tableaux annexés à la loi de patentes. Les modifications projetées ont été examinées par les sections intéressées qui estiment qu'il n'y a pas d'objection à faire.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président indique que le compte rendu de la séance du Comité de l'Union du 6 mars 1911 sera publié dans *La Revue électrique.*

— M. le Président communique la lettre par laquelle l'Union, en réponse à la demande qui lui avait été faite par notre Syndicat, accorde une subvention de 250 fr pour participation aux essais que la 3e section se propose de faire en vue d'avoir des bases sérieuses pour l'établissement des « Instructions sur les essais de réception des câbles et fils » qu'elle étudie actuellement.

— M. le Président communique une lettre de l'Union nous remerciant de notre intervention qui a amené à l'Union l'adhésion de la Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité, et de la Chambre syndicale des constructeurs et installateurs du groupe du bâtiment.

M. le Président indique que ces adhésions qui sont des plus intéressantes parce qu'elles facilitent les relations pour des actions combinées, sont dues aux démarches de notre ancien président M. Zetter aidé par des membres de notre Chambre et de notre Syndicat qui appartiennent en même temps à ces deux groupements. Il leur adresse, au nom de la Chambre, les remerciements les plus sincères.

Union des industries métallurgiques et minières. — Note sur les opérations préparatoires à la mise en application de la loi sur les retraites ouvrières. M. le Président attire tout particulièrement l'attention de tous les membres sur l'importance de ce document et sur la nécessité de se conformer aux indications qu'il donne dans l'intérêt général de l'industrie.

Il indique que cette note, accompagnée d'une lettre explicative, a été envoyée à tous les membres du Syndicat.

8...



La Chambre approuve ces dispositions et recommande à tous les adhérents de s'y conformer.

— L'Union des industries métallurgiques et minières a publié les documents suivants qui ont été adressés aux membres de la Chambre syndicale :

N° 474. Rapport présenté par le Bureau du Comité à l'Assemblée générale du 26 janvier 1911.

N° 475. Rapport de la Commission supérieure du travail sur l'application de la loi du 2 novembre 1892 pendant l'année 1909.

N° 476. Projet de loi relatif à la contribution des patentes.

N° 477. Le travail de nuit des jeunes ouvriers dans les usines à feu continu. Extrait d'une discussion à l'Association pour la protection légale des travailleurs.

N° 478. Lettre ministérielle du 9 août 1910 adressée aux inspecteurs divisionnaires du travail. Loi du 7 décembre 1909. Retenue sur les salaires.

N° 479. Le travail de nuit des jeunes ouvriers dans les usines à feu continu. Rapport de M. Lemire, député, sur la proposition de loi tendant à supprimer le travail de nuit des enfants dans les usines à feu continu.

N° 480. Projet de loi relatif aux mesures à prendre contre la pollution et en vue de la conservation des eaux.

N° 481. Retraites ouvrières. Décret du 25 mars 1911 portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 5 avril 1910.

N° 482. Retraites ouvrières. Circulaire du Ministre du travail aux Préfets en date du 29 mars 1911.

N° 483. Retraites ouvrières. Affiche apposée par les soins du Ministre du travail.

Jurisprudence. — M. le Président fait part d'une note de Me Gaston Mayer, membre de notre Commission consultative, communiquant un arrêt de la Cour de cassation : Contrat de travail. Sentence arbitrale à la suite d'une grève. Inapplicabilité à une catégorie d'ouvriers de la même compagnie non visés dans la sentence.

Cette note sera insérée dans *La Revue électrique*.

Questions législatives. — M. le Président signale à la Chambre que l'Arrêté technique du 21 mars 1911 (remplaçant celui du 21 mars 1910) établi pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique a été publié par le *Journal officiel* du 11 avril 1911. Il sera reproduit dans *La Revue électrique*.

— M. le Président communique à la Chambre les projets de lois récemment déposés à la Chambre et au Sénat.

Sénat :

N° 18. Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi de M. Antony Ratier, concernant les chèques barrés.

N° 88. Deuxième rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi, adoptée par la Chambre des Députés, relative aux récompenses industrielles.

Chambre des Députés :

N° 644. Rapport fait au nom de la Commission d'assurance et de prévoyance sociales (conformément au dernier paragraphe de l'article 18 du règlement) sur le projet et la proposition de loi ayant pour objet l'extension aux maladies d'origine professionnelle de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail par M. Gilbert Laurent, député.

N° 801. Proposition de loi tendant à établir en France, par la mutualité, le crédit commercial, industriel et ouvrier.

N° 813. Proposition de loi tendant à organiser l'exercice du droit de grève.

N° 815. Proposition de loi ayant pour but de modifier l'artilce 103 du Code de Commerce, concernant la responsabilité des voituriers.

N° 838. Proposition de résolution tendant à la création de colis postaux de 20, 30 et 40 kilos.

N° 844. Proposition de loi tendant à modifier l'article 5 de la loi du 31 mars 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes.

N° 848. Rapport fait (au cours de la précédente législature) au nom de la Commission du Commerce et de l'Industrie sur :

1° La proposition de loi de M. Failliot tendant : 1° à ajouter un alinéa à l'article 161 du Code de Commerce, relatif à la présentation des effets de commerce arrivés à échéance; 2° à modifier l'article 162 du Code de Commerce, concernant les protêts pour faute de payement; 3° à ajouter un alinéa à l'article 173 du Code de commerce relatif à la signification des protêts:

2° La proposition de loi de M. Maurice Raynaud tendant à modifier les articles 182 et 168 du Code de Commerce relatifs au protêt.

Ces différents documents seront communiqués aux sections professionnelles en vue de l'étude des questions qui les intéressent. Ils sont tenus, en outre, à la disposition des adhérents qui peuvent les consulter au Secrétariat.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3 h 45 m.

Le Secrétaire général, H. Chaussenot. *Le Président,* R. Legouëz.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et tranformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);



11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type).

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des industries électriques.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. — Circulaire et Arrêté déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, p. 399.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Bulgarie : Adjudication de travaux d'éclairage, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Serbie : Circulaire douanière relative aux certificats d'origine, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI.

Tableau des cours du cuivre, *voir* aux annonces, p. XXXIII.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

HUITIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 28 mars 1911.

Présents : MM. Brylinski, président; Eschwège, président désigné; Fontaine, secrétaire général ; Beauvois-Devaux, trésorier; Sée, Tainturier, de Tavernier.

S'étaient excusés : MM. Cordier, vice-président; Chaussenot, secrétaire adjoint, Javal, Mazen.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

En ouvrant la séance, M. le Président est heureux de faire part à la Chambre syndicale de l'acceptation de M. Mazen comme membre de la Chambre syndicale. Par suite de circonstances, M. Mazen n'a pu assister à notre réunion.

NÉCROLOGIE. — M. le Président a le regret de faire part au Syndicat du décès de M[me] Veuve Benoit Meyer. Les condoléances de la Chambre syndicale ont été exprimées par M. Fontaine, secrétaire général à notre président d'honneur.

CORRESPONDANCE ET TRAVAUX INTÉRIEURS. — Au point de vue contentieux, la correspondance avec les adhérents a trait à la fourniture de force motrice aux particuliers, à l'interprétation de l'arrêté technique, à la modification des tarifs, aux lampes économiques, au monopole d'éclairage, aux frais de contrôle, à la revision des permissions de voirie, etc.

Diverses adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service de placement indique 6 offres, 27 demandes tant anciennes que nouvelles.

ADMISSIONS. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire général pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

DOCUMENTS OFFICIELS. — Les documents suivants sont signalés à la Chambre syndicale :

Circulaire du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, en date du 10 novembre 1910, relative à l'organisation du contrôle communal des distributions d'énergie électrique.

Circulaire du Ministre du Travail, en date du 31 janvier 1911, relative au régime de contrôle applicable aux installations électriques établies temporairement sur les dépendances du domaine public.

Décret du 25 février 1911 déclarant d'utilité publique un réseau de distribution d'énergie électrique sur le territoire de la commune de Sannois (*Journal officiel* du 4 mars 1911). M. le Président signale cette première application de la loi de 1906 relativement à la déclaration d'utilité publique.

Loi du 8 mars 1911 déclarant d'utilité publique l'établissement, sur le Drac, d'une usine hydro-électrique, dite du Pont-du-Loup et de ses dépendances, sur le territoire des communes de Saint-Firmin, Le Glaizil, Aspres-les-Corps, et Beaufin (*Journal officiel* du 10 mars 1911). Cette usine, établie par l'État pour le chemin de fer de La Mure à Gap, sera également exploitée par lui et pourra vendre tous les excédents aux particuliers sans limitation.

Arrêtés de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, des 22 et 24 mars, approuvant différents types de compteurs (*Journal officiel*, des 23 et 26 mars 1911).

Décret de M. le Ministre de l'Intérieur du 24 mars 1911, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi sur les retraites ouvrières et paysannes (*Journal officiel* du 27 mars 1911).

Décret de M. le Ministre du Travail, du 25 mars 1911, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi sur les retraites ouvrières et paysannes (*Journal officiel* du 27 mars 1911).

M. le Secrétaire donne lecture de la liste des rapports et propositions de lois publiés à l'*Officiel* depuis la dernière séance de la Chambre syndicale. Cette liste est la suivante :

Proposition de loi tendant à compléter la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières en ce qui concerne les cotisations des adhérents aux sociétés de secours mutuels, présentée par MM. Joseph Patureau-Mirand et collègues (Ch. des Dép., 27 octobre 1910). Rapport portant codification des lois ouvrières (Livre I[er] du Code du travail et de la prévoyance sociale), par M. Arthur Groussier, député (Ch. des Dép., 28 octobre 1910). Pro-



position de loi portant organisation du droit de grève, présentée par M. le vicomte de Villebois-Mareuil, député (Ch. des Dép., 21 novembre 1910). Proposition de loi concernant la modification des articles 3 et 18 de la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes, présentée par M. Lairolle, député (Ch. des Dép., 21 novembre 1910). Proposition de loi tendant à modifier l'article 3 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, présentée par MM. Defontaine, et collègues (Ch. des Dép., 24 novembre 1910). Proposition de loi portant modification à la loi du 21 mars 1884 sur les syndicats professionnels pour l'extension et la garantie de droit d'association et coalition ouvrière, présentée par MM. E. Vaillant et collègues (Ch. des Dép., 11 novembre 1910). Proposition de loi ayant pour objet l'institution de la journée de 8 heures et du salaire minimum pour tous les ouvriers et ouvrières et pour les employés et employées, présentée par MM. E. Vaillant et collègues (Ch. des Dép., 17 novembre 1910). Proposition de loi tendant à modifier l'article 18 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, présentée par MM. Defontaine et collègues (Ch. des Dép., 18 novembre 1910). Proposition de loi ayant pour objet de modifier la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, présentée par M. Basly et collègues (Ch. des Dép., 29 octobre 1910). Proposition de loi ayant pour objet de compléter la loi du 13 juillet 1906 sur le repos hebdomadaire, présentée par M. G. Berry (Ch. des Dép., 3 novembre 1910). Proposition de loi tendant à modifier le paragraphe C de l'article 3 de la loi du 9 avril 1898 concernant les indemnités auxquelles ont droit les ascendants et descendants d'ouvriers victimes d'accident mortel dans leur travail ou à l'occcasion de leur travail, présentée par M. le comte Ferri de Ludre (Ch. des Dép., 8 novembre 1910). Proposition de loi tendant à modifier l'article 16 de la loi du 9 avril 1898, relative aux accidents du travail, présentée par M. le comte Ferri de Ludre (Ch. des Dép., 8 novembre 1910). Proposition de loi ayant pour objet de préciser les droits respectifs des employeurs et employés, en ce qui concerne le droit syndical, le lock-out et les grèves, présentée par M. Massabuau (Ch. des Dép., 8 novembre 1910). Proposition de loi tendant à compléter et à modifier la loi du 21 mars 1884 sur les syndicats professionnels, présentée par M. Lemire (Ch. des Dép., 15 décembre 1910). Projet de loi relatif à la contribution des patentes, présenté au nom de M. Armand Fallières, Président de la République française, par M. L.-L. Klotz, Ministre des Finances (Ch. des Dép., 23 décembre 1910).

Proposition de loi relative a la contribution des patentes. — Nous avons reçu de la Chambre de Commerce de Paris et de l'Union des Industries métallurgiques et minières l'invitation d'examiner et de faire connaître si nous avions des observations à présenter relativement au projet de loi concernant la contribution des patentes.

Examen fait de la question, la Chambre syndicale reconnaît que le nouveau projet de loi ne touche pas les industries représentées par le Syndicat. Il sera répondu dans ce sens à l'Union des Industries métallurgiques et minières, mais ce projet de loi peut intéresser les exploitants d'air comprimé et il y aurait lieu de prévenir ceux des membres de notre Syndicat que cette question peut les concerner.

Rapport de M. Michel Lévy au Conseil d'hygiène. — Ce document qui avait été demandé dans une précédente séance, est communiqué à la Chambre syndicale qui en donne acte. La conclusion de M. Michel Lévy a été que certaines usines incriminées n'étant pas classées, la Préfecture n'avait pas à intervenir et que les circonstances ne paraissaient pas de nature à justifier les diverses tentatives de classement des diverses usines de transformation (postes de transformateurs, etc.).

Questions posées par les adhérents. — Des adhérents demandent s'ils doivent payer à l'Administration des frais de main-d'œuvre et de fourniture de pièces relatifs au réseau de l'État avoisinant le leur, alors qu'ils sont les plus anciennement installés. La Chambre syndicale indique que si l'État ne peut invoquer aucune antériorité, l'Administration doit faire connaître d'après quel texte les remboursements sont imposés, afin que la question puisse être examinée sous tous ses aspects.

Un autre adhérent du Syndicat se plaint que l'ingénieur du contrôle soit intervenu auprès de la mairie pour faire imposer par pression de la Préfecture un chiffre supérieur à celui qui avait été débattu. La Chambre syndicale fait remarquer que cette ingérence poussée à une aussi extrême limite est incorrecte. Les ingénieurs du contrôle sont les conseillers naturels des maires et des communes; mais ils doivent se borner à de simples conseils et les maires doivent pouvoir être admis à justifier, à leur point de vue, les chiffres acceptés par les exploitants. La question ainsi présentée à la Préfecture doit pouvoir avoir une solution satisfaisante.

M. Sée indique que dans certaines communes celles-ci se trouvent plus avantagées que l'État, étant donné qu'elles ont été partie contractante et qu'elles ont consenti des sacrifices. L'État invoque de son côté les termes de *concessions identiques* pour essayer de se faire adjuger des conditions semblables à celles des communes. Cette question ira vraisemblablement au Conseil d'État.

Durée de la prescription pour la revision des tarifs d'octroi. — Il est donné lecture de la note de M. Frénoy relative à cette question.

Question de limitation de responsabilité en présence de cas de force majeure. — La Chambre syndicale décide que cette consultation sera prise auprès de M. Frénoy dans les termes où il l'a définie. Les limitations contractuelles des responsabilités sont envisagées également par la Chambre syndicale par assimilation avec ce qui peut se passer dans les Compagnies de chemins de fer vis-à-vis des particuliers transportés à prix réduit, par exemple par billets d'abonnement; ils ont, dans ce cas, renoncé à se prévaloir contre la Compagnie.

Situation des usines d'électricité en cas de mobilisation. — M. le Secrétaire donne lecture de la note de M. Bizet relative à cette question.

L'assimilation avec le personnel des chemins de fer pourrait présenter une certaine difficulté, étant donné que les usines électriques sont des industries libres, bien qu'elles soient souvent destinées à assurer en partie des services publics.

En raison de l'importance de la question, la Chambre Syndicale décide d'en demander l'inscription à l'ordre du jour de la prochaine séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité et en ne demandant un régime d'exception que pour le personnel strictement nécessaire à l'exploitation, conformément, du reste, à la proposition de M. Bizet.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ET BANQUET. — Il est rendu compte des démarches faites dans ce but, ainsi que de l'état de préparation et de l'organisation de cette solennité.

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS. — M. le Président communique à la Chambre syndicale la lettre du Comité électrotechnique français accusant réception de nos communications, ainsi qu'une brochure de la Commission électrotechnique internationale relative à la puissance dans les circuits à courant alternatif.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. Les documents suivants émanant de cette Union sont remis aux membres présents :

N° 474. Rapport présenté par le Bureau du Comité à l'assemblée générale du 26 janvier 1911.

N° 476. Projet de loi relatif à la contribution des patentes.

N° 477. Le travail de nuit des jeunes ouvriers dans les usines à feu continu.

N° 478. Lettre ministérielle du 9 août 1910 adressée aux inspecteurs divisionnaires du travail (loi du 7 décembre 1909, retenue sur les salaires).

N° 479. Le travail de nuit des jeunes ouvriers dans les usines à feu continu. Rapport de M. Lemire, député, sur la proposition de loi tendant à supprimer le travail de nuit des enfants dans les usines à feu continu.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — Le Bulletin de mars 1911 de cette Fédération est communiqué à la Chambre syndicale; il contient notamment une note sur l'unification du droit de la lettre de change.

BIBLIOGRAPHIE. — Les ouvrages suivants sont déposés sur le bureau de la Chambre syndicale :

Annuaire de l'Association suisse des Électriciens et statistique des usines centrales suisses;

Rapport présenté à la Société internationale des Électriciens par M. Guéry sur l'inondation de janvier 1910 et le matériel électrique;

L'École de Papeterie de Grenoble, par M. L. Barbillion;

Publications de l'Institut électrotechnique de Grenoble : Régulation des groupes électrogènes, par M. Barbillion; Calcul graphique des conduites forcées à diamètre variable, par M. L. Pierre.

M. Brylinski fait part qu'il a eu l'occasion de rencontrer M. le Professeur Ricardo Arno qui lui a indiqué qu'il ferait parvenir prochainement les brochures en français relatives à l'état de ses travaux et au nouveau mode de tarification de l'énergie.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 11 mars 1911.

Présents : MM. Tainturier, président de la Commission; Benoist, Buffet, David, Izart, Langlade, Martin, Moret, Neu, Paré, Rieunier, A. Schlumberger.

Absents excusés : MM. Brylinski, président du Syndicat; Eschwège, président désigné; E. Fontaine, secrétaire général; Cotté, Nicolini.

MEMBRE NOUVEAU. — M. le Président souhaite la bienvenue à M. P. Boucherot, récemment nommé membre de la Commission, présent à la séance, et le félicite de la collaboration précieuse que M. P. Boucherot veut bien apporter à la Commission. M. P. Boucherot remercie en quelques mots.

OUVRAGE OFFERT. — M. le Président adresse les remercîments de la Commission à M. Izart, qui lui a offert la troisième édition de son ouvrage « Méthodes économiques de combustion dans les chaudières à vapeur ». Cet ouvrage sera déposé à la bibliothèque du Syndicat.

RAYONS ULTRAVIOLETS. — M. le Président lit une lettre de M. Billon-Daguerre, qui devait assister à la séance et faire une communication sur les plus récentes découvertes relatives aux rayons ultraviolets. M. Billon-Daguerre s'excuse de ne pouvoir assister à la séance de ce jour, et annonce qu'il viendra à celle du 8 avril.

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES A OBSERVER DANS UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — M. David rend compte de l'analyse qu'il a faite de l'ouvrage de M. Barbillion.

MOTEURS DIESEL. — M. David est chargé d'un rapport sur la question des moteurs Diesel.

RÉDUCTEURS DE TENSION POUR COURANT CONTINU. — M. Neu présente à la Commission et fait fonctionner devant elle le très intéressant appareil qu'il a imaginé pour alimenter, sous 220 volts continus, une lampe de 10 volts, 10 bougies, 1 ampère, et dont le principe a été exposé dans *La Revue électrique* du 24 janvier 1911, p. 75. Le rendement de l'installation présentée, et qui est composée d'un certain nombre d'appareils du commerce, non établis spécialement, est d'environ 83 pour 100, ce qui est tout à fait remarquable. Cet appareil a amené M. Neu à faire quelques remarques spéciales et difficilement explicables sur les lames vibrantes, entre autres la suivante : au bout de plusieurs jours d'arrêt, la lame vibrante de l'appareil éprouve une grande difficulté à se mettre en marche, elle est paresseuse. Une explication nette de ce phénomène est à trouver.

CHAUFFERIES ET FOYERS AUTOMATIQUES. — En l'absence de M. Nicolini, M. Izart donne lecture de la réponse de M. Nicolini à sa Note sur les chaufferies et foyers automatiques.

Par suite de l'absence de l'auteur, la discussion de ce rapport est renvoyée à une séance ultérieure.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 24 mars 1911.

Membre actif.

M.

GUESDE (Mario), Directeur de la Société vosgienne d'électricité, Remiremont (Vosges), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Membres correspondants.

MM.

BONABEAU (Albert), Construction et installations de lignes électriques à haute tension, 27, rue Gambetta,

8.....



Arras (Pas-de-Calais), présenté par MM. Fontaine et Cotté.

Étienne (Louis), Électricien, 94, rue de Paris, Vanves (Seine), présenté par MM. Serrure et Mary.

Joneaux (Paul-Charles), Mécanicien électricien, 13, route de Lisieux, Pont-Audemer (Eure), présenté par MM. Brylinski et E. Fontaine.

Lafond (François), Électricien, 71, rue Pelleport, Paris, présenté par MM. Eschwège et E. Fontaine.

Lebovici (Jacques), Ingénieur des Services électriques des Aciéries de France, Isbergues (Pas-de-Calais), présenté par MM. Eschwège et E. Fontaine.

Lépinois (Henri), Chef électricien, Usine des Tramways de l'Est-Parisien, Vitry-Port-à-l'Anglais (Seine), présenté par MM. Tainturier et Gerboz.

Prot (Armand), Contremaître électricien, 6, rue des Chaînes, Périgueux (Dordogne), présenté par MM. Frouart et Malaval.

Viffry (Jean), Ingénieur électricien, 5, rue de la Ravinelle, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par MM. Fontaine et Piernet.

Usine.

Station électrique de Lemainville (Meurthe-et-Moselle).

Bibliographie.

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907.

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905 concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (courant continu);

5° Secours à donner aux personnes foudroyées (courant alternatif);

6° Études sur l'administration et la comptabilité des Usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant continu);

8° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant alternatif);

9° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Rapport de la Commission des compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux *desiderata* qui leur ont été soumis par la Commission;

11° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

12° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

13° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

14° Modèle de police d'abonnement;

15° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

16° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes par Ch. Sirey;

17° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

18° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieurs à 2000 volts;

19° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

20° Arrêté technique du 21 mars 1910;

21° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

22° Extraits de l'arrêté technique du 21 mars 1910 (affiche).

(Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et réglementation. — Circulaire et arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, en date du 21 mars 1911, déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, p. 399.

Sociétés, bilans. — Société dijonnaise d'électricité, p. 408.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'assemblées générales, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Nouvelles Sociétés, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Modifications aux statuts et aux conseils, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Coupons et dividendes annoncés, *voir* aux annonces, p. XXIX. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI. — Premières nouvelles sur les installations projetées, *voir* aux annonces, p. XXXIII.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES DYNAMOÉLECTRIQUES.

La construction de l'inducteur des turboalternateurs, principalement pour les puissantes unités à grande vitesse angulaire [suite (1)].

Forme du champ magnétique. — A vide, la distribution du flux sur la face de l'armature d'une machine à pôles saillants est montrée par la figure 8*a*. A pleine charge, le champ se trouve altéré suivant la figure 8*b*

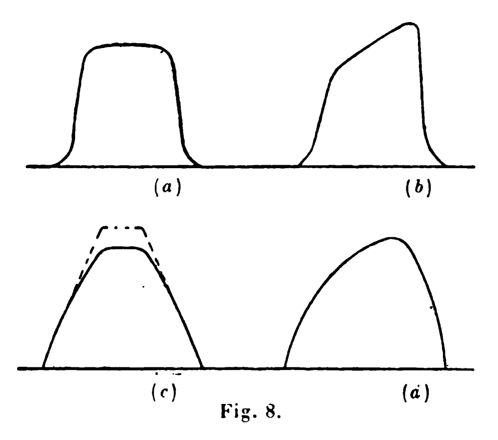


Fig. 8.

et, si l'armature est construite avec encoches ouvertes, il y a une tendance à la production d'harmoniques dans l'onde de la force électromotrice. Ces harmoniques, quoique de peu de conséquence dans le fonctionnement de la plupart des machines ou appareils à courant alternatif, peuvent donner naissance à de dangereuses tensions lorsque la génératrice alimente un réseau important de conducteurs, dont la capacité cause une vibration correspondant, entre certaines limites, à la fréquence des harmoniques. Pour cette raison, les armatures à encoches ouvertes ne valent pas les armatures à encoches demi-fermées, à moins que le nombre d'encoches par pôle soit très élevé, l'entrefer très long, ou que la courbe du champ ne comporte aucune pointe, comme dans la figure 8*a*. Les harmoniques qui, à vide, sont à peine perceptibles peuvent s'amplifier lorsque la capacité du circuit prend une certaine valeur critique, de sorte que l'onde de force électromotrice prend alors une forme semblable à celle de la figure 9. Le facteur d'amplitude (2) peut alors être considérablement accru et les câbles sont portés à une tension dangereuse. On conçoit donc que la réalisation d'une onde de f. é. m. se rapprochant de très près de la forme sinusoïdale, ne comportant d'oscillations ou harmoniques ni à vide, ni à pleine charge, est d'une importance industrielle considérable (1).

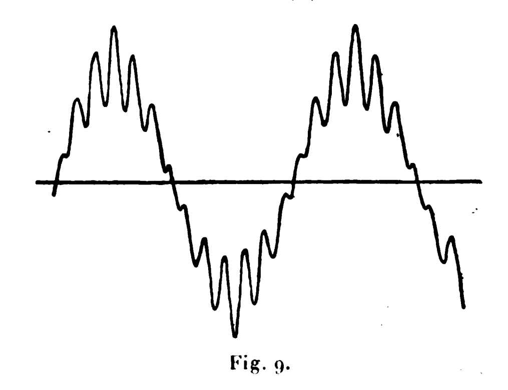


Fig. 9.

L'auteur donne l'exemple suivant :

Lorsque le constructeur d'un réseau de distribution décide du voltage à adopter pour sa transmission à haute tension, il envisage tous les risques d'accidents qui peuvent survenir à ses câbles et à ses appareils et s'arrête à un voltage particulier qui, dans son esprit, convient le mieux aux circonstances. S'il choisit un voltage plus élevé, il économisera du cuivre; s'il choisit un voltage plus bas, il rendra son isolation plus sûre. Supposons maintenant qu'il fixe le voltage à 6600 volts et qu'il achète ensuite une génératrice ayant un facteur de crête de 1,9, sous certaines conditions de charge. Avec un facteur de crête de 1,9 pour un voltage efficace de 6600 volts, le voltage maximum sur les câbles sera de 12 500 volts. C'est là le voltage que devra supporter l'isolement. S'il avait fait l'acquisition d'une génératrice avec courbe de f. é. m. ayant sensiblement la forme sinusoïdale, le facteur de crête étant seulement de 1,41, il aurait pu, avec une sécurité égale sous le rapport d'isolation, adopter une tension efficace de 8900 et aurait ainsi réalisé une économie de 50 pour 100 sur le cuivre de ses canalisations.

La courbe de champ de l'inducteur type cylindrique à enroulement distribué est donnée par la figure 8*c*. La ligne en pointillés montre la distribution de la force magnétomotrice le long de l'entrefer. La ligne en trait plein est la forme du champ magnétique. On remarquera que, grâce à la saturation des dents vers le centre du pôle, la courbe est légèrement arrondie. La figure 8*d* montre la même courbe à pleine charge. Ici encore nous avons

(1) Miles Walker, *Journal of the Inst. of Elect. Eng.*, t. XLV, 1910, p. 319-362. Voir *La Revue électrique*, 24 mars 1911, p. 207.

(2) *Facteur d'amplitude* (crest factor) est le terme proposé par Gisbert Kapp pour désigner le rapport de la valeur maximum à la valeur efficace de la force électromotrice (*Discussion*, p. 387). Cette expression ne doit pas être confondue avec le *facteur de forme* qui est le rapport de la valeur efficace à la valeur moyenne de la force électromotrice. (*N. d. T.*).

(1) M. Silvanus Thompson rappelle que les harmoniques, même relativement très accentués, peuvent être étouffés par le simple dispositif qui consiste à ne pas faire les encoches d'armature exactement parallèles à celles du rotor, mais à les incliner légèrement les unes ou les autres par rapport à l'axe (*Discussion*, p. 336).

une courbe légèrement arrondie et sans pointes prononcées. Afin d'arriver à la courbe ondulée de f. é. m. produite par une génératrice de ce type, il est nécessaire de relever un certain nombre de ces courbes de champ et de faire leur sommation. La courbe de f. é. m. ainsi produite se rapproche tellement de la forme sinusoïdale exacte, qu'à vide la différence est insensible; à pleine charge on ne constate qu'une légère distorsion.

Régulation de la tension. — Afin d'obtenir une bonne régulation il est nécessaire, pour un alternateur ordinaire, d'avoir un rapport élevé entre les ampères-tours sur l'inducteur et les ampères-tours sur l'armature. Pour les turbo-alternateurs ce rapport n'est généralement pas plus grand que 2; dans beaucoup de ces machines il est considérablement moindre. Il est d'usage, dans ce dernier cas, de saturer convenablement l'inducteur de façon que lorsque la charge est supprimée, les ampères-tours supplémentaires des bobines d'excitation, qui étaient nécessaires pour maintenir le voltage en charge, ne puissent créer une trop grande élévation de la tension, Il y a un risque très grand à employer un inducteur très fortement saturé, car il est toujours difficile d'être sûr de la qualité du fer, et, si la saturation est poussée trop loin, il peut devenir impossible d'obtenir le voltage de la machine pour de fortes charges à faible facteur de puissance.

Il est important, sous ce rapport, de considérer dans quelle partie du pôle se produit la saturation. Si la génératrice est à pôles saillants et que la saturation se produise à la base du pôle, il y a un risque beaucoup plus grand de ne pouvoir obtenir le plein voltage que si la saturation se produit dans les dents distribuées à la périphérie de l'inducteur, comme c'est le cas dans le type cylindrique.

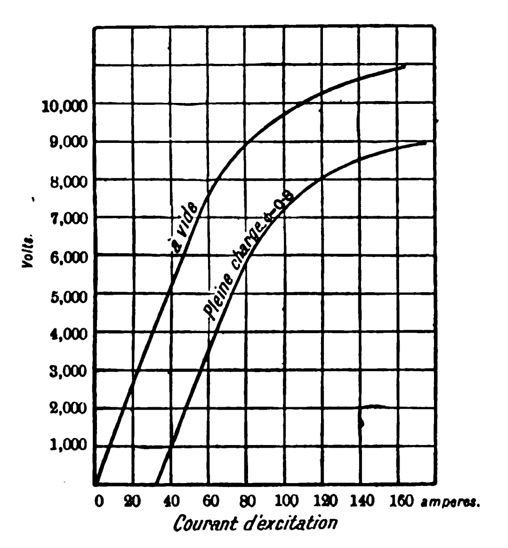


Fig. 10.

La raison de ce fait est que la dispersion est plus grande avec les pôles saillants qu'avec le type cylindrique. Le flux de dispersion du pôle se combine avec le flux utile en produisant la saturation et, comme le flux de dispersion est presque proportionnel aux ampères-tours du pôle, la dispersion augmente et par suite la saturation, en même temps que s'accroît le courant d'excitation.

La figure 10 montre l'allure de la courbe de saturation à vide et à pleine charge d'une machine à pôles saillants, la saturation étant prévue plutôt excessive. On remarquera qu'à pleine charge et facteur de puissance faible, la courbe de saturation est presque asymptote à une ligne horizontale, de sorte que, quelles que soient les valeurs très grandes atteintes par le courant d'excitation, la tension ne pourra pas dépasser une certaine limite. La figure 11 donne l'allure de la courbe de saturation

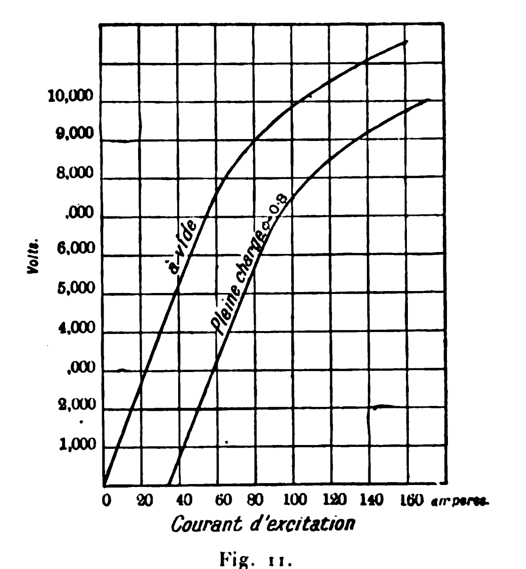


Fig. 11.

d'une génératrice à inducteur cylindrique, à dents fortement saturées pour la marche à vide et pour une charge à faible facteur de puissance. Ici la courbe ne devient jamais asymptote d'une ligne horizontale, parce que, de toute façon, l'espace occupé par le cuivre et les dents agira comme un grand entrefer et il n'y aura pas de saturation dans la masse polaire.

Un avantage important de l'inducteur type cylindrique réside en ce qu'il permet aisément de mettre à profit le principe de la compensation et de faire que la réaction d'induit renforce le champ. Cela permet d'assurer une bonne régulation sans nécessiter un rapport très élevé entre les ampères-tours d'inducteur et les ampères-tours d'armature. Avec ce type de machines, il est possible d'obtenir une bonne régulation (2 pour 100 avec un facteur de puissance égal à l'unité et 12 pour 100 avec un facteur de puissance égal à 0,80), même avec un nombre d'ampères-conducteurs par centimètre de périphérie aussi élevé que 400 [1]. Il est également possible d'em-

[1] Le professeur Silvanus Thompson fait remarquer qu'en construction courante le chiffre de 240 à 250 ampères-conducteurs par centimètre de périphérie est une limite supérieure. C'est un résultat très remarquable qu'on puisse atteindre, avec la forme d'inducteur préconisée par l'auteur et l'emploi d'un enroulement de compensation, le chiffre de 400 ampères-tours par centimètre, tout en assurant une bonne régulation, les ampères-tours de l'inducteur



ployer une induction dans l'entrefer atteignant 1,72 ligne de Kapp par centimètre carré, soit 10320 gauss [1]. D'après ces deux chiffres, il est facile de calculer la puissance que peut fournir une génératrice à 4 pôles, tournant à 1500 t : m. Supposons que nous décidions de ne pas dépasser 110 cm comme diamètre et 175 cm comme longueur, bien que ces dimensions puissent être accrues en adoptant une construction spéciale.

Le débit possible, ou puissance maximum, est aisément calculé comme suit.

Soient :

B_k, l'induction maximum en lignes de Kapp par centimètre carré dans l'entrefer;
P, la périphérie du rotor en centimètres;
l, la longueur du rotor en centimètres;
n, le nombre total de conducteurs dans les trois phases;
I, les ampères par phase dans une génératrice triphasée;
N, le nombre de tours par minute.

Nous avons la formule

$$\text{volts} = 0{,}4\, N n B_k P l . 10^{-6} \quad [2].$$

Or,

$$\text{Puissance en kv-A} = \text{ampères} \times \text{volts} \times 1{,}73.$$

On peut donc écrire

$$\text{Puissance en kv-A} = 0{,}69 \times N I n B_k P l . 10^{-6}$$

Faisant

$$I n = 400\, P,$$
$$B_k = 1{,}72$$

et remplaçant les autres lettres par leurs valeurs nous avons :

Puissance en kilovolts-ampères

$$0{,}69 \times 1500 \times 400 \times 350 \times 1{,}72 \times 350 \times 175 \times 10^{-6} = 15500.$$

En adoptant pour la ventilation des dispositions spéciales, permettant de placer les paliers très près des extrémités du fer du rotor, on pourra, sans donner à la vitesse critique une valeur inacceptable, admettre pour la longueur du rotor un chiffre supérieur à 175 cm. Le débit sera dès lors accru en proportion. De plus, si l'on croit pouvoir se contenter d'une régulation moins bonne, on pourra augmenter considérablement au delà de 400 les ampères-conducteurs par centimètre de périphérie, ce qui permettra d'accroître encore davantage le débit de la machine.

Nous venons seulement de considérer une machine à quatre pôles. Le débit d'une génératrice bipolaire est beaucoup plus faible, car le fer de la masse polaire devient saturé bien avant que l'induction dans l'entrefer atteigne 1,72 (10320 gauss) et les ampères-tours ne peuvent être aussi élevés. Avec un inducteur à quatre pôles il est possible d'admettre une telle induction sans craindre aucun trouble résultant d'actions électromagnétiques en déséquilibre, parce que, dans le type de génératrice compensé, la densité dans l'entrefer est presque indépendante de la longueur de l'entrefer. L'auteur donne les vues photographiques du rotor d'une génératrice de 4000 kw construite pour le Glascow Corporation. Le voltage est maintenu constant à 2 pour 100 près entre la marche à vide et à pleine charge, avec un facteur de puissance de 0,93. Dans cette machine l'induction dans l'entrefer est de 10320 gauss et, par un essai spécial, on peut s'assurer qu'il n'y avait pas de sérieuse poussée magnétique avec un déplacement radial de 1,6 mm. Un détail caractéristique de ce type de rotor est que, tout en donnant une bonne régulation pour les valeurs courantes du facteur de puissance, il permet de rendre très faible le courant d'armature en court-circuit; la valeur permanente de ce courant atteint à peine 1,5 fois le courant de pleine charge; sa valeur instantanée ne dépasse pas 10 fois la valeur du courant à pleine charge. Ces valeurs relativement faibles sont à considérer lorsque les enroulement doivent être construits pour supporter les forces auxquelles ils sont soumis à l'instant du court-circuit.

G. S.

Machine dynamoélectrique à intensité constante pour la charge d'une batterie d'accumulateurs servant à l'éclairage des véhicules [1].

Cette machine comprend un inducteur à deux pôles dont les bobines sont branchées en dérivation sur la batterie et un induit formé d'une navette en double T Siemens tel que l'induit d'une magnéto d'allumage.

Le commutateur redressant le courant alternatif

---

ne dépassant pas une fois et demie les ampères-tours par pôle de l'armature, à pleine charge (*Discussion*, p. 336).

Voici comment s'exprime M. Cooper sur le même sujet : « La méthode de compensation préconisée par l'auteur (*Journal of the Institution of Electrical Engineers*, t. XXXIV, 1905, p. 402) s'est montrée éminemment appropriée à l'application aux turboalternateurs. Un très grand nombre de ces machines sont actuellement en service et, pour les charges courantes, il est démontré que tout dispositif spécial de régulation devient inutile. Ce résultat est obtenu sans que le court-circuit soit plus dangereux que dans le cas d'une machine à régulation plutôt mauvaise. Une machine ordinaire à bonne régulation aurait probablement à souffrir beaucoup plus d'un court-circuit qu'une machine du type compensé. La compensation est, de plus, instantanée, résultat non atteint par l'emploi de régulateurs externes. C'est ainsi que M. Cooper a pu se rendre compte que l'une de ces machines, installée dans une grande station où elle marche en parallèle avec plusieurs machines de type courant, avait la préférence des surveillants de nuit, qui « apprécient le privilège de laisser les rhéostats « en paix » ! (*Discussion*, p. 342.)

(1) Rappelons que la ligne de force anglaise, ou *ligne de Kapp*, est une unité pratique proposée par l'électricien anglais pour simplifier les calculs; elle est 6000 fois plus grande que l'unité C. G. S. (1 ligne de Kapp = 6000 unités C. G. S.). En exprimant le flux en lignes de Kapp, la formule bien connue de la force électromotrice $E = \frac{N}{60} n \Phi 10^{-8}$ devient $E = N n \Phi 10^{-6}$. (*N. d. T.*)

(2) En notation C. G. S., c'est-à-dire en exprimant l'induction en gauss par centimètre carré, cette formule devient

$$0.4 \frac{N}{60} B P l . 10^{-8},$$

dans laquelle on remarquera que $BPl = \Phi$. (*N. d. T.*)

(1) Barthélemy Becker, brevet français 417566 du 27 juin 1910.

8......



est constitué à l'aide de deux coquilles séparées par un isolant : fibre, mica, ébonite, de largeur telle que, lorsque les balais appuient sur ces parties isolantes, le circuit soit coupé pendant un temps correspondant à celui où la tension fournie par la machine passe de la valeur de la tension de la batterie en charge à zéro. Les balais ne viennent à nouveau en contact avec le collecteur que lorsque la tension de la machine est redevenue égale à celle de la batterie à charger et après la commutation.

Par suite de la réaction d'induit considérable, l'intensité fournie par la machine ne varie pas sensiblement avec la vitesse, même quand celle-ci est triple ou quintuple de celle pour laquelle la machine commence à fournir le courant de charge normal à la batterie. Cette machine convient donc particulièrement à l'éclairage des voitures automobiles dont les moteurs tournent à des vitesses très variables.

L'installation est complétée par un disjoncteur-conjoncteur à force centrifuge qui n'établit la connexion électrique entre la batterie et la dynamo que lorsque cette dernière a atteint la vitesse voulue et rompt le circuit lorsque cette vitesse n'est plus atteinte. Ce conjoncteur-disjoncteur est formé de deux masses montées dans un anneau calé sur l'arbre de la dynamo et guidées radialement. Les deux masses portent des lames de contact qui viennent appuyer, lorsque les masses sont écartées par la force centrifuge, sur des plots pour fermer le circuit.

Un interrupteur de marche est en outre disposé dans le circuit de la batterie. T. P.

REDRESSEURS DE COURANT.

Redresseur à vapeur de mercure pour grandes puissances (1).

Ce redresseur consiste essentiellement en un cylindre d'acier d'environ 170 mm de diamètre dont les extrémités sont fermées par des plateaux boulonnés sur des embases rapportées. Pour assurer l'étanchéité aux joints, on interpose des rondelles d'asbeste ou, dans certains cas, on emploie du mercure qui est est versé dans des gouttières circulaires. La figure 1 représente un de ces appareils avec la cathode démontée à droite. Le cylindre est entouré d'une enveloppe concentrique en tôle dans laquelle circule de l'eau froide. L'anode de travail traverse le fond supérieur dont elle est isolée avec soin comme le montre la figure 2; la cathode constitue l'accessoire le plus important et il a fallu lui donner une forme toute particulière. En effet, les grandes intensités de courant qui traversent ce redresseur ont exigé une grande surface de cathode liquide, qui laisse un vaste champ ouvert aux pérégrinations de l'arc; celles-ci ont naturellement pour conséquence de grandes oscillations dans la tension et le courant. Pour les éviter, on limite la surface cathodique au moyen d'un tube réfractaire *c* (en chamotte) à l'intérieur duquel se produit exclusivement l'allumage de l'arc qui de là monte vers l'anode. L'anode d'amorçage *z* (*fig.* 1), actionnée par le solénoïde extérieur *s*, est mobile, tandis que *e* est une anode supplémentaire fixe qui assure le fonctionnement continu de la cathode

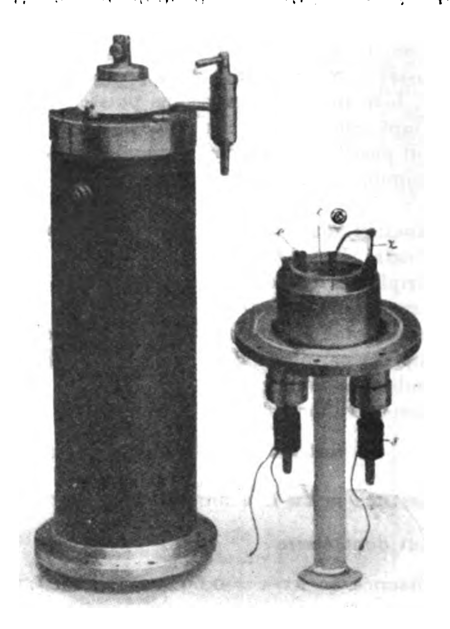


Fig. 1. — Ensemble d'un redresseur à vapeur de mercure en acier dont la cathode est représentée à droite pour en faire voir les détails.

grâce à un petit arc indépendant entretenu au prix d'une dépense de quelques ampères à peine; l'introduction de ce petit artifice permet d'utiliser toute l'alternance à

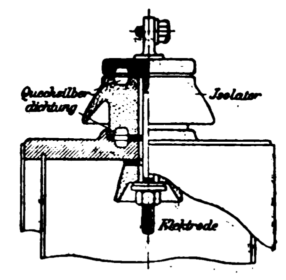


Fig. 2. — Dispositifs d'isolement et d'étanchéité adoptés pour l'anode.

redresser sans imposition d'un minimum comme l'exigent les redresseurs construits jusqu'à ce jour. On procède à la mise en marche de la manière suivante : par la simple manœuvre d'un commutateur l'anode *z* est amenée à plonger dans le tube limiteur; aussitôt que l'arc est amorcé entre *z* et la cathode, l'arc auxiliaire *c* entre aussi en fonctionnement et le premier se trouve alors coupé automatiquement.

Le montage sur un courant alternatif simple est indiqué en figure 3 pour le redressement des deux alternances tandis que, pour redresser des courants triphasés, on adopte le dispositif de la figure 4. Dans les deux cas,

(1) BÉLA B. SCHÄFER, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXII, 5 janvier 1911, p. 2-5.

l'arc auxiliaire est entretenu par le courant d'une petite batterie; mais on pourrait aussi bien utiliser le courant

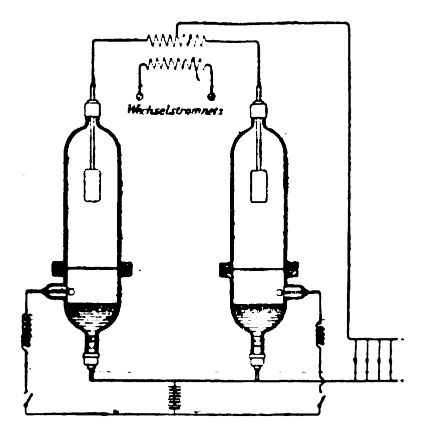


Fig. 3. — Montage du redresseur sur courant monophasé. Les deux anodes travaillent dans des récipients séparés.

alternatif en introduisant une deuxième anode auxiliaire dans chaque cylindre. La séparation des anodes dans deux récipients différents constitue une autre innovation

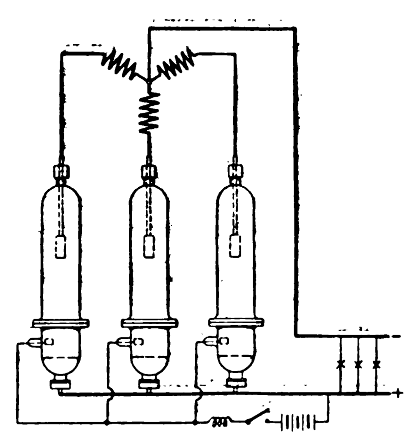


Fig. 4. — Montage du redresseur sur courants triphasés.

importante; les étincelles jaillissant directement entre les anodes, moins dangereuses pour ces appareils en fer que pour les ampoules en verre, présentent cependant un danger commun consistant en la mise en court-circuit de la tension primaire [1].

Comme nous l'avons dit au début, l'étanchéité est suffisante pour empêcher la rentrée de l'air extérieur, mais il est impossible d'atteindre un vide parfait au moment de la mise en service; il reste en effet des gaz occlus qui à la longue sont libérés et finissent par élever la pression intérieure à un degré tel qu'un nouvel épuisement devient nécessaire. On a prévu pour cela des soupapes et l'on associe à chaque élément une pompe rotative pouvant donner un vide de 0,0001 mm de mercure. Un pompage d'une demi-journée par quatre semaines suffit pour maintenir l'appareil dans ses conditions normales. Il est presque inutile de rappeler que les ampoules en verre doivent, dans ces conditions, être retournées à la fabrique, ce qui entraîne des frais d'envoi et de remplacement.

L'auteur signale un appareil où le courant monophasé redressé donne du courant continu 240 volts et 300 ampères, soit une puissance de 75 kw.

Les courbes oscillographiques établissent nettement que la rupture du courant coïncide avec la fin de l'alternance; la figure 5, par exemple, représente la marche du

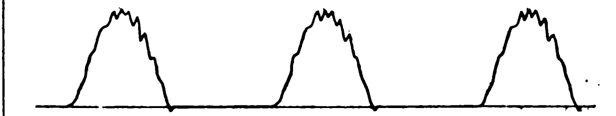


Fig. 5. — Courbe du courant dans l'un des cylindres avec charge non inductive.

courant dans l'un des cylindres pour une charge secondaire non inductive, 140 ampères et 170 volts; la figure 6



Fig. 6. — Courbe du courant redressé.

est la reproduction de la courbe du courant continu redressé correspondant aux deux alternances. Il est fortement pulsatoire, défaut qu'on peut atténuer par l'adjonction d'une bobine de réactance convenable; si les récepteurs sont des moteurs à courant continu, les enroulements du champ inducteur et de l'armature produisent un amortissement suffisant pour n'avoir pas à redouter un échauffement exagéré.

Le rendement d'un redresseur à vapeur de mercure dépend avant tout de la chute de tension dans la colonne gazeuse, qui est d'environ 15 volts, quelles que soient l'intensité et la tension; il en résulte que, d'une part, le rendement est d'autant meilleur que la tension d'utilisation est plus élevée et que, d'autre part, ce rendement est à peu près indépendant de la charge jusqu'aux plus faibles intensités utilisables. Ainsi, entre 10 et 150 kilowatts, il oscille de 85 à 91 pour 100.

On règle la tension en ajoutant ou retranchant des spires au transformateur, en recourant à un transformateur de réglage spécial, ou enfin en utilisant un régulateur de tension quelconque; d'ailleurs cette régulation ne devient nécessaire, à cause de la chute de tension constante dans l'arc, que si l'on désire charger une batterie d'accumulateurs ou éventuellement coupler le redresseur avec des dynamos.

Une application intéressante consisterait à alimenter la ligne primaire d'un service de traction par du courant monophasé à haute tension qui serait transformé en courant continu par des redresseurs placés sur la voiture.

B. K.

[1] Ces défauts des redresseurs en verre ont été signalés dans un article d'ensemble sur les soupapes à vapeur de mercure (*La Revue électrique*, t. IX, 30 juin 1908, p. 465 à 471).

Pile économique pour sonneries électriques et télégraphe (1).

Cette pile comprend une électrode négative en fer et le bioxyde de manganèse comme dépolarisant. La réaction de décharge est alors la suivante :

$$Fe + 2H^2SO^4 + MnO^2 = FeSO^4 + MnSO^4 + 2H^2O.$$

Pour obtenir 1 ampère-heure, il faut consommer environ 1 g de fer, 3,50 g de H^2SO^4 et 1,55 g de MnO^2. La force électromotrice du couple étant de 1,12 volt et la tension utile de 0,95 volt, le prix de revient du kilowatt-heure est de 1 fr à 2 fr.

L'électrode-fer est cloisonnée, c'est-à-dire enveloppée d'une substance perméable aux liquides (papier parcheminé, toile, feutre, etc.), qui s'oppose à l'accès de l'air et à la convection du liquide de façon à éviter les actions locales.

Le pôle positif est constitué par une lame de charbon entourée de bioxyde de manganèse en grains placé dans un vase poreux ou dont on a fait un aggloméré.

La solution du sel ferreux (sulfate de fer à 5 pour 100 par exemple) et légèrement acidulée est versée dans les deux compartiments. Dans le compartiment anodique elle ne tarde pas à se transformer en sulfate ferrique au contact du bioxyde de manganèse qui cède ensuite peu à peu son oxygène suivant la dépolarisation.

Un montage très simple consiste à couler dans un moule, autour de l'électrode-fer, un mélange de plâtre fin et de bioxyde de manganèse mélangé d'oxyde de fer. Il suffit alors de verser de l'acide sulfurique étendu pour que l'élément entre en activité. Quand le plâtre a fait prise, on finit de remplir le moule avec de l'arcanson ou de la glu pour éviter l'accès de l'air et la formation des sels grimpants. Le charbon qui sert d'électrode positive est simplement fixé contre l'aggloméré par des bagues de caoutchouc.

Pendant le fonctionnement, la porosité de l'aggloméré augmente, puisque l'oxyde de manganèse se dissout dans l'acide sulfurique. Quand le liquide devient trop concentré en fer et tend à déposer de l'hydrate, on le jette en totalité ou en partie et on le remplace par de l'acide sulfurique étendu. Les sels de fer qui imprègnent l'aggloméré suffisent à assurer les réactions.

En remplaçant le fer par le zinc, la force électromotrice augmente et est égale à 1,45 volt. T. P.

Procédé de préparation d'une masse de fer active pour l'électrode négative d'accumulateurs alcalins (2).

La préparation de la matière active négative donne lieu à des difficultés par suite de l'oxydation du fer métallique à l'air et de la difficulté de réduction des oxydes supérieurs de fer. Pour avoir une matière très active, le fer réduit doit être à l'état finement divisé. Mais comme à cet état il est très pyrophorique, il ne peut être employé directement.

On obtient une matière ayant de bonnes propriétés en mélangeant le fer avec du cadmium; mais ce dernier doit être aussi à un état très divisé. Il est facile de préparer ce métal divisé; cependant, pendant l'introduction dans l'électrode, il s'agglomère facilement et prend l'état massif. Aussi était-on obligé jusqu'ici d'avoir recours à des moyens détournés et d'employer comme matière de départ l'oxyde, l'hydrate ou un sel basique insoluble de cadmium.

Dans le procédé breveté ici, le problème est résolu en déposant ensemble électrolytiquement les deux métaux fer et cadmium. On sait qu'en employant une densité de courant cathodique suffisante, le cadmium se dépose à l'état spongieux. Le fer peut aussi être précipité à l'état spongieux, mais il se forme en même temps des grains massifs. D'ailleurs, la préparation ne peut pas être poursuivie par suite de l'oxydation du fer.

Mais si les deux métaux sont déposés en même temps, on obtient un alliage spongieux, finement divisé, possédant les qualités désirées. Il peut être lavé et mouillé sans s'oxyder, car le cadmium protège le fer de l'oxydation et le fer empêche le cadmium de s'agglomérer.

On part de préférence d'une solution assez concentrée de sulfate de fer et de sulfate de cadmium en quantités correspondantes à la teneur désirée pour l'alliage. Les anodes sont constituées par des plaques de fer et de cadmium dont les surfaces sont proportionnelles à la teneur de l'alliage et inversement proportionnelles aux équivalents. Si l'alliage doit renfermer, par exemple, deux parties de fer et une de cadmium, la surface effective de fer sera quatre fois plus grande que celle de cadmium, l'équivalent de ce dernier étant environ le double de celui du fer.

Comme cathode on prend des plaques de fer ou de cadmium, la densité de courant atteignant environ 10 ampères par centimètre carré.

Après lavage de l'alliage, on exprime l'eau en produisant des gâteaux durs qu'on sèche de 50° à 60° C. Ces gâteaux sont moulus en une poudre grossière dont on fait des briquettes qu'on introduit dans les alvéoles des plaques. En chargeant ces plaques comme cathodes dans l'alcali, on réduit les petites quantités d'oxyde qui ont pu prendre naissance pendant le lavage et le séchage.

Chaque grain de la poudre brute forme un agglomérat poreux de particules métalliques extrêmement fines. Celles-ci possèdent une finesse suffisante pour provoquer l'activité du cadmium métallique. En même temps que cela se produit, le fer de l'alliage est rendu libre et arrive à l'état de division extrême qui constitue une condition nécessaire pour l'activité de ce métal. Avec un alliage renfermant 56,5 pour 100 de cadmium et 43,5 pour 100 de fer, on a atteint une capacité de 1 ampère-heure pour 3,54 g d'alliage, ce qui correspond à 82 pour 100 de la capacité théorique. T. P.

(1) C. Féry. Brevet français, n° 415021, du 9 avril 1910 et addition, n° 12541, du 30 avril 1910.

(2) Nya Ackumulator Aktiebolaget Jungner. Brevet français, n° 414713, du 11 avril 1910.

TRACTION ET LOCOMOTION.

COURANTS VAGABONDS.

Corrosions des enveloppes métalliques des câbles télégraphiques par les courants vagabonds des tramways électriques.

L'Administration des Postes et des Télégraphes ayant constaté, en 1908 et 1909, que des câbles souterrains contenus dans des tuyaux de grès qu'elle possède à Dijon, avaient été mis hors d'usage par suite de perforation des enveloppes de plomb, attribua ces corrosions aux courants vagabonds provenant des voies des tramways électriques de cette ville (voir *fig.* 1 et 2).

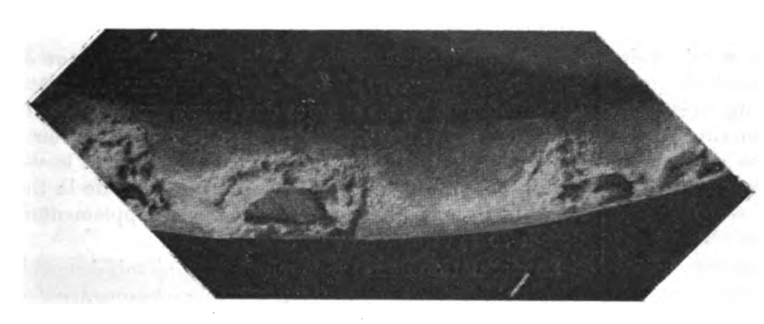


Fig. 1. — Câble télégraphique corrodé par électrolyse.

Malgré les constatations faites par les agents des Postes et Télégraphes concernant les voltages anormaux relevés entre divers points des rails ainsi qu'entre les rails et les masses conductrices voisines, la Compagnie des Tramways électriques de Dijon refusa d'accepter la responsabilité de ces détériorations et l'Administration des Postes et des Télégraphes porta le différend devant le Conseil de Préfecture de la Côte-d'Or. Celui-ci chargea M. Pionchon, Professeur à la Faculté des Sciences, de procéder à une vérification en vue de rechercher :

« 1° Si les troubles apportés au fonctionnement du télégraphe et les dégâts constatés aux câbles, en se reportant autant que possible aux dates et aux endroits indiqués dans les procès-verbaux dressés contre la Compagnie des Tramways électriques de Dijon, proviennent des courants vagabonds échappés des lignes ou des rails des tramways;

» 2° Si la présence de ces courants a influé sur les câbles télégraphiques ou si d'autres courants provenant d'une source d'énergie électrique étrangère à la Compagnie, peuvent être constatés aux abords des câbles de l'Etat;

» 3° Si le phénomène d'électrolyse qui a causé la corrosion des câbles reprochée à la Compagnie est produit exclusivement par le courant provenant des lignes aériennes ou des rails du tramway, ou peut être attribué à d'autres causes. »

Or, entre la constatation des dégâts survenus aux câbles télégraphiques et les investigations de l'expert, la Compagnie des Tramways avait effectué le remplacement de la majeure partie de ses voies par des rails d'un type plus lourd, et changé le mode d'alimentation. La mission confiée à M. Pionchon semblait donc présenter des difficultés. La méthode qu'il a suivie lui a permis néanmoins de déposer des conclusions formelles et il semble intéressant de reproduire certaines parties de son Rapport :

« Actuellement, malgré les grandes améliorations apportées par la Compagnie des Tramways de Dijon, dans la conductance de ses voies, il existe néanmoins dans le sol de la ville de Dijon en général, et dans la région voisine de la ligne de l'avenue de l'Arsenal (1) en particulier, des courants dérivés ou vagabonds dus au fonctionnement même des tramways. »

Ces courants ont été constatés par l'expérience suivante répétée en divers endroits de la ville.

Si, à un moment quelconque de la journée, on ouvre sur un évier un robinet de la canalisation d'eau de manière à donner naissance à une veine liquide reliant cette canalisation au sol voisin, on constate, entre deux points quelconques de cette veine, distants de quelques centimètres, l'existence d'une différence de potentiel qui accuse dans la veine liquide l'existence d'un courant électrique. Les indications du voltmètre étant enregistrées sur une plaque photographique animée d'un mouvement de translation correspondant à une période de 24 heures, la corrélation de l'état électrique des conduites d'eau au fonctionnement des tramways ressort nettement de l'examen des diagrammes (*fig.* 3); chaque nuit pendant l'interruption du service la partie correspondante du

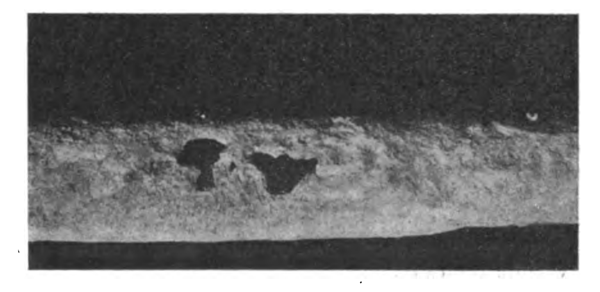


Fig. 2. — Tuyau de gaz corrodé par électrolyse.

(1) C'est sur cette avenue que la corrosion des câbles télégraphiques a été particulièrement grave.

tracé est parfaitement rectiligne, les déviations commencent le matin à la mise en marche des premières voitures, se produisent sans interruption toute la journée et cessent juste à l'heure de rentrée au dépôt des derniers véhicules, pour reprendre le lendemain à leur sortie et ainsi de suite.

Fig. 3. — Graphique montrant la différence de potentiel entre deux points d'un filet d'eau provenant d'une canalisation de la ville. — Cette différence est nulle pendant l'arrêt nocturne des tramways électriques.

Des expériences analogues ont été faites sur la voie publique avec un voltmètre enregistreur portatif (modèle Chauvin et Arnoux), elles ont permis de relever la différence de potentiel entre une borne fontaine et les rails du tramway le plus voisin. Dans l'une d'elles [1], la différence atteignait 12 volts au moment du passage d'une voiture (*fig.* 4).

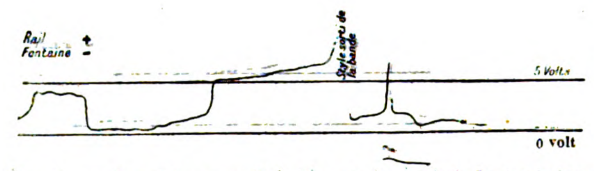


Fig. 4. — Graphique montrant que les voies du tramway envoient du courant à une conduite d'eau voisine.

Ayant constaté qu'il existait des régions où le courant positif quittait les rails pour emprunter les conduites d'eau, M. Pionchon fait remarquer que, l'électricité entrant dans ces conduites pour revenir à l'usine, on doit nécessairement trouver d'autres points où le courant positif s'échappe des conduites pour atteindre les rails. Il a en effet montré, par des expériences directes, faites au voisinages des feeders de retour, qu'il en est bien ainsi (*fig.* 5).

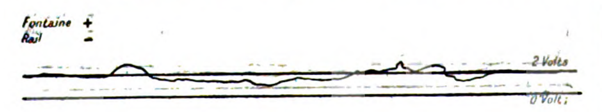


Fig. 5. — Graphique montrant qu'au voisinage d'un feeder de retour, une conduite d'eau envoie du courant à la voie du tramway.

Ces courants vagabonds atteignent aussi et parcourent les enveloppes de plomb qui renferment les câbles télégraphiques. C'est ce que montrent des expériences faites en reliant au voltmètre enregistreur deux points d'un même câble séparés par une distance de 725 m. Les diagrammes portant chacun sur une durée d'environ 23 heures et comprenant une partie d'une journée, la nuit suivante et une partie de la journée du lendemain, indiquent qu'il y a entre les deux points en question une différence de potentiel plus ou moins grande pendant tout le temps que dure le service des tramways, alors que, pendant la partie de la nuit qui correspond à l'interruption de ce service, la différence de potentiel entre ces mêmes points devient pratiquement nulle (*fig.* 6).

Des expériences analogues ont été faites entre d'autres points des câbles télégraphiques et ont fourni des résultats semblables et singulièrement démonstratifs.

« On perçoit nettement sur les diagrammes, par des différences de potentiel tout particulièrement accusées, les périodes de fortes charges des tramways, qui ont lieu généralement entre 5 h 30 m du soir et 7 h le soir et entre 10 h et 12 h le matin, surtout le mardi et le vendredi, jours de marché, où a lieu, sur la ligne de la Barrière de Beaune à l'Arsenal, un service supplémentaire de 5 h 30 m du matin à 11 h.

La circulation dans les enveloppes de plomb des câbles télégraphiques de courants liés au fonctionnement des tramways électriques étant établie, M. Pionchon a cherché à mettre en évidence le passage d'électricité entre ces enveloppes et le sol. Des diagrammes relevés en intercalant le voltmètre entre les enveloppes des câbles télégraphiques et le rail, dans la région où des corrosions avaient été constatées, ont indiqué que, pendant les heures de fonctionnement des tramways, les tuyaux de plomb étaient supérieurs de plus d'un volt au potentiel des rails. Cette différence étant notablement supérieure à la f. e. m. du couple voltaïque formé par la chaîne conductrice : plomb, terre, rail, laquelle n'atteint pas 0,2 volt, il s'ensuit qu'un courant circule dans le sens de la chute de potentiel, c'est-à-dire du plomb au rail, par le sol (*fig.* 7).

Pour saisir en quelque sorte sur le fait le passage d'électricité, bien que les constatations précédentes eussent suffi à en établir indubitablement l'existence, M. Pionchon a usé de l'artifice suivant :

La conduite de grès contenant les câbles télégraphiques ayant été ouverte au droit d'un tuyau fendu, il a intercalé entre le fond de ce tuyau et les enveloppes de plomb une bande de calicot imprégnée d'une solution étendue d'iodure de potassium; il introduisait ainsi à la chaîne conductrice s'étendant du plomb au rail par le grès humide et le sol, un chaînon intermédiaire ajoutant simplement un peu d'iodure de potassium aux autres sels électrolysables que renferme normalement le sol. Cette bande de calicot, absolument blanche au moment de sa mise en place, présentait au bout de quelques heures des taches brunes dans la partie où elle était pressée entre le plomb et la paroi de grès. Ces taches avaient la

[1] Place du Trente-Octobre.

couleur de l'iode et viraient au bleu dans l'eau additionnée d'empois d'amidon, réaction caractéristique de l'iode.

La contre-épreuve a été faite entre 11 h du soir et 5 h du matin c'est-à-dire, pendant la période d'arrêt du service des tramways. On n'a obtenu qu'une tache extrêmement légère jaune clair, du genre de celle qu'on obtient en l'absence de tout courant, en posant simplement un tuyau de plomb sur un linge imprégné d'iodure de potassium.

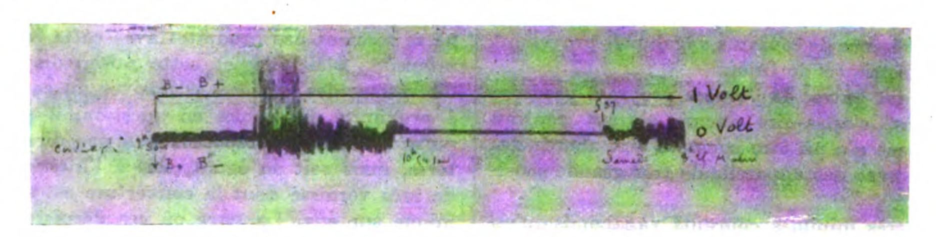


Fig. 6. — Graphique montrant la différence de potentiel entre deux points de l'armature d'un câble télégraphique séparés par une distance de 720 m. — Cette différence est nulle pendant l'arrêt nocturne.

Les taches intenses d'iode relevées dans les expériences faites pendant la journée sont la preuve visible et palpable que durant le fonctionnement des tramways, il y a passage d'électricité positive du plomb au sol. On sait en effet que, dans une cuve électrolytique à iodure de potassium, c'est à l'électrode positive, que l'iode est libéré.



Fig. 7. — Graphique montrant la différence de potentiel entre l'armature d'un câble télégraphique et un rail de tramway voisin. — Cette différence est nulle pendant l'arrêt nocturne.

De même que M. Pionchon a trouvé qu'il y avait des régions de la ville où les courants vagabonds se dirigeaient des rails aux conduites d'eau, et d'autres où ils quittaient les conduites d'eau pour se rendre à la voie, il a trouvé, par opposition à ce qui précède, des endroits où les câbles télégraphiques reçoivent du courant des voies de tramways. Il a même pu relever, entre des câbles posés en égout et les rails les plus voisins, des différences atteignant 15, 20 et même 25 volts au passage des voitures. Dans ces points la bande de calicot imprégnée d'iodure de potassium noircissait en quelques minutes.

De l'ensemble de ces constatations M. Pionchon déduit les réponses aux questions posées par le Conseil de Préfecture :

« 1° Puisque, actuellement, ainsi qu'il a été démontré ci-dessus, des courants dérivés ou courants vagabonds s'échappent des rails des tramways électriques de Dijon, bien que les conditions présentes d'installation des voies ferrées du réseau soient considérablement moins favorables qu'autrefois à la production de ces courants, il est *a fortiori* démontré par là même que, certainement, des courants vagabonds, considérablement plus intenses que ceux d'aujourd'hui, et dus comme eux aux tramways, existaient dans le sol aux dates et aux endroits indiqués dans les procès-verbaux dressés contre la Compagnie des tramways électriques de Dijon.

» Ces courants vagabonds ont indubitablement été la cause des troubles apportés au fonctionnement des télégraphes au poste de l'Ecluse du canal de Bourgogne, et par suite aux postes correspondants. Les pertes de charge très élevées constatées alors sur la voie des tramways, notamment avenue de l'Arsenal, peuvent sans aucun doute être considérées comme ayant avec ces troubles une relation de cause à effet. D'ailleurs, ces troubles du télégraphe ont ultérieurement diminué d'importance, au fur et à mesure des améliorations progressives apportées par la Compagnie des Tramways dans la conductance de ses voies sur les instances réitérées de l'Administration des Télégraphes. Les troubles produits par les courants vagabonds dans le fonctionnement des appareils télégraphiques, par mise en jeu intempestive des sonneries, ont finalement cessé lorsque ces courants vagabonds ont vu leur intensité réduite au-dessous d'un certain minimum correspondant à la limite de sensibilité des appareils télégraphiques.

» Mais, même quand ils eurent cessé de troubler lesdits appareils, les courants vagabonds n'ont pas cessé pour autant d'être nuisibles à l'Administration des Télégraphes, et cela en raison des actions électrolytiques incessantes qui, ainsi qu'on l'a vu plus haut, sont essentiellement liées à leur passage de certains points des revêtements de plomb des câbles télégraphiques dans le sol ou inversement. Les dégâts résultant de ces actions électrolytiques, par suite de la corrosion du plomb du fait d'agents chimiques extraits des sels du sol par électrolyse, sont, au point de vue pondéral, fonction des quantités d'électricité mises en jeu et, par conséquent, fonction non seulement de l'intensité des courants vagabonds en question, mais aussi du temps, si bien qu'une intensité de courant, quelque faible qu'elle soit, est, à cet égard, capable de produire des dégâts importants avec l'aide d'un temps suffisant. Ainsi s'expliquent les perforations d'enveloppes qui ont mis hors de service nombre de câbles souterrains de l'Administration.

» Le plomb des télégraphes n'a d'ailleurs pas le monopole de ces accidents. Les tuyaux de plomb du gaz n'en sont pas indemnes ainsi qu'il résulte des renseignements recueillis.

» 2° Les actions électriques et électrolytiques signalées ci-dessus sur les câbles télégraphiques sont indubitablement dues à la présence de courants vagabonds provenant des tramways électriques de Dijon.

» Aucun courant autre, de l'espèce propre à produire de telles actions, c'est-à-dire aucun courant continu d'autre provenance n'a pu être constaté aux abords des câbles de l'Etat avec des appareils de très grande sensibilité.

» Quant aux très minimes courants vagabonds qu'on perçoit au téléphone comme dus au réseau des courants alternatifs de la Société d'éclairage électrique de Dijon, ils ne sauraient être incriminés. Il est de notion courante, et au surplus des essais spéciaux l'ont assuré, que des courants alternatifs de l'ordre des courants téléphoniques et d'une fréquence de l'ordre de 50 périodes par seconde, qui implique 50 renversements de sens par seconde, ne donnent lieu sur les métaux usuels, notamment sur le plomb, avec les sels contenus ordinairement dans le sol, à aucune action électrolytique sensible.

» 3° En l'absence de tout courant existant dans le sol et susceptible de donner lieu à une action électrolytique, un tuyau de plomb souterrain est capable de se conserver en bon état de service pendant une très longue suite d'années : c'est ce que démontre la longue pratique qu'on a eue de l'emploi des canalisations en plomb dans les villes antérieurement à l'installation des tramways électriques. C'est là une notion classique de l'art de l'Ingénieur. *La durée des lignes souterraines, quand elles sont à l'abri de l'électrolyse, peut être considérée comme à peu près indéfinie*, déclare M. de Marchena, ingénieur en chef de la Compagnie Thomson-Houston, dans un Mémoire relatif aux canalisations souterraines, présenté au Congrès international des Applications de l'Electricité à Marseille en 1908.

» En l'absence de tout courant vagabond, les tuyaux de plomb des câbles posés dans le sol de Dijon, en 1904, par l'Administration des Télégraphes, seraient donc encore en parfait état. Or, certains de ces câbles ont été relevés en 1908, quatre ans à peine après leur pose, atteints de multiples perforations donnant accès à leur intérieur à l'humidité ambiante, accident grave puisque, du moment où les enveloppes de papier des fils de cuivre placées à l'intérieur des tuyaux de plomb cessent d'être sèches, ces fils cessent d'être isolés les uns des autres au point de vue électrique et mélangent leurs courants, ce qui brouille les signaux et rend le service télégraphique ou téléphonique impossible.

» Un câble de remplacement mis en place tout neuf avenue de l'Arsenal en mai 1908 a dû, en janvier 1910, moins de deux ans après sa pose, être enlevé pour cause de troubles dans le service dus à des perforations.

» Si l'on considère la physionomie de ces corrosions, leur répartition capricieuse en des régions très limitées des câbles, les points immédiatement voisins étant tout à fait intacts à l'état de neuf, on ne peut pas, même à titre d'hypothèse, songer à les attribuer à une cause autre que l'action électrolytique des courants vagabonds, mise en évidence par les résultats concordants de toute l'enquête.

» Des corrosions de nature purement chimique, causées par des matières corrosives ambiantes, n'auraient pas cette physionomie, ne seraient pas si étroitement limitées, ne se seraient pas produites avec cette rapidité et cette intensité. D'ailleurs, et cette raison dispense de toute discussion, des matières corrosives au contact ou même à proximité des câbles en question, il n'en est point, puisque les câbles reposent non pas directement sur la terre, mais soit en égout, soit à l'intérieur des tuyaux de grès vernissé dont la couverture est sans action chimique sur eux. La terre où ces derniers tuyaux sont enfouis est de la terre tout à fait normale et ne présente aucune réaction acide. »

M. Pionchon conclut finalement que les corrosions reprochées à la Compagnie des Tramways de Dijon ont été produites exclusivement par les courants vagabonds provenant des lignes aériennes et des rails des tramways.

Ces conclusions ont été homologuées par arrêté du Conseil de Préfecture en date du 31 janvier 1911.

FREINAGE.

Essais de freinage électromagnétique sur les rails [1].

La question des freins est très importante pour les tramways et même pour les chemins de fer comportant les longues sections à fortes déclivités qui ont grand intérêt à posséder un moyen de freinage énergique et surtout d'un fonctionnement absolument sûr.

Les essais ont été faits sur deux voitures ordinaires des tramways de Dresde, du poids de 10,6 tonnes, effectuant des parcours soit sur une ligne à forte rampe, soit sur une ligne à rampes de 3 pour 1000 seulement, avec des freins électromagnétiques Westinghouse comportant deux bobines en parallèle, l'une alimentée par la prise de courant et l'autre, par les moteurs travaillant en parallèle. Ces bobines produisent l'aimantation de deux patins en forme d'U renversé, dont les extrémités sont reliées magnétiquement par la tête du rail dans une direction transversale à ceux-ci (les systèmes où le champ magnétique se fermait longitudinalement sur les rails sont abandonnés comme moins rustiques). Un appareil enregistreur du professeur Kübler, actionné par un essieu, donnait sur un tambour la vitesse du véhicule et la distance parcourue pendant le freinage. Enfin sur un tambour à déroulement très rapide, mû par un petit moteur électrique alimenté à 6 volts par des accumulateurs, étaient enregistrés, à l'aide de deux ampèremètres à cadre mobile, le courant débité par les moteurs fonctionnant comme génératrices et le courant emprunté à la ligne.

On a commencé par mesurer, au moyen de freinage par court-circuit, le coefficient de frottement entre la

[1] R. NAUMANN (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXII, 12 janvier 1911, p. 30 à 35, et 19 janvier 1911, p. 58 à 60).



roue et le rail pour lequel on prend le plus souvent des valeurs un peu au hasard. On a trouvé ainsi 0,05 à 0,06 comme coefficient d'adhérence sur des rails graissés avec de l'huile et du graphite, chiffre qui concorde avec d'autres trouvés dans un cas semblable sur les tramways de Londres; sur des rails mouillés par la pluie le coefficient a été de 0,065 à 0,079 et sur des rails secs de 0,12 à 0,20. Ceci montre combien il est difficile de faire des essais de freinage, de longue durée, en raison de la grande influence qu'a l'état de la voie sur les résultats.

Les courbes des figures 1, 2 et 3 indiquent les résultats des essais faits sur la section à faible rampe,

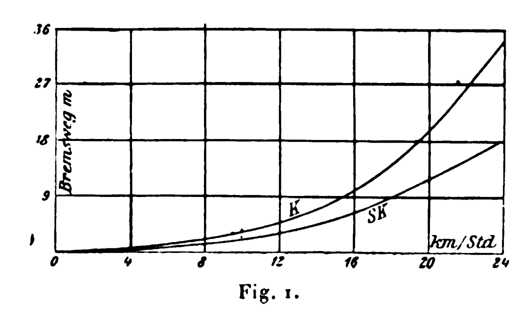


Fig. 1.

par temps secs, de pluie et sur voie grasse (graissée avec de l'huile et du graphite. Les abscisses sont les vitesses pendant le freinage en kilomètres : heure (km : st),

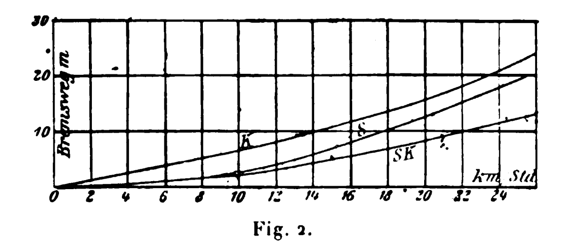


Fig. 2.

et les ordonnées, les distances en mètres au bout desquelles l'arrêt est obtenu (Bremsweg m), pour le freinage par mise en court-circuit des moteurs (courbes K), et pour le freinage électromagnétique sur la voie (courbes SK) en se servant de la bobine alimentée par la ligne en même temps que de celle alimentée par les moteurs servant de générateurs.

Ces courbes montrent que l'avantage du frein sur rail est surtout marqué aux grandes vitesses et quand la voie est grasse; le freinage sur rail aurait donc la qualité cherchée d'être d'un fonctionnement sûr quel que soit l'état de la voie. Sur la figure 2 la courbe S se rapporte au freinage sur le rail en ne se servant que de la bobine reliée aux moteurs fonctionnant en génératrice tandis que pour la courbe SK la bobine reliée à la ligne est entrée aussi en jeu.

On a trouvé pour la retardation les chiffres suivants en partant de vitesses initiales de 20 km à 25 km par heure :

	Freinage par court-circuit.	Freinage sur les rails.
Voie sèche	0,8 à 1,88	1,95 à 2,83
Voie mouillée	0,62 à 1,75	1,6 à 2,2
Voie graissée (à l'huile et au graphite)	0,33 à 0,61	1,0 à 1,8

Pour la série d'essais sur la section présentant une rampe de 77 pour 1000, qui était la plus intéressante, l'auteur ne donne pas de courbes; il ne cite qu'un seul chiffre : sur une voie graissée à l'huile et au graphite,

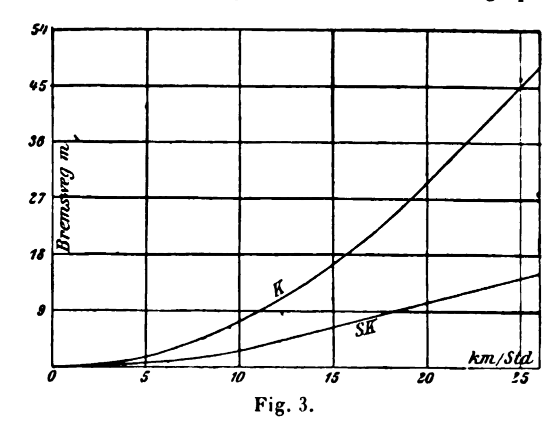


Fig. 3.

on n'a obtenu l'arrêt avec le freinage par court-circuitage des moteurs et même en faisant usage de la sablière qu'en 42 m à la vitesse de 21 km par heure, tandis qu'on a pu avoir l'arrêt en 25 m avec le freinage par les rails sans faire usage de la sablière et en partant d'une vitesse initiale de 25 km par heure.

Les courbes à déroulement rapide tracées par les ampèremètres enregistreurs ont permis d'étudier le détail des phénomènes de freinage. Sur l'une se rapportant à des freinages par court-circuitage des moteurs avec des voies graissées, l'intensité n'atteint une valeur élevée qu'après un long temps de patinage. Une autre se rapporte à des freinages sur les rails, et par court-circuit sur voie mouillée; vitesse initiale 25 km : h. L'intensité y atteint dès le début une valeur élevée, mais après un premier effet de freinage, on voit une baisse de courant correspondant à un glissement des patins puis une recrudescence de courant qui provoque l'arrêt final. En Angleterre, il existe environ 10 000 voitures équipées avec ce frein; il est moins répandu en Allemagne; à Coblentz, les 12 voitures motrices qui en sont pourvues n'ont eu aucun accident à enregistrer dans l'espace de deux années de fonctionnement. A Zurich, des essais ont eu lieu depuis 1907, sur une centaine de voitures avec différents types de ce frein. On a constaté jusqu'ici que l'usure du patin est pour ainsi dire insignifiante, même sur des rampes de 11,2 pour 100; comme un arrêt du courant serait dangereux sur ces fortes rampes, il faudra prévoir en ces points le sectionnement de la ligne dont les tronçons isolés entre eux seront alimentés par feeders séparés.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

TÉLÉPHONIE.

Relais téléphonique (1).

Ce relais, basé sur un principe tout nouveau, a donné des résultats vraiment remarquables; outre ses multiples applications en tant que relais, il offre de plus cet avantage de pouvoir être utilisé comme microphone haut parleur. Si, dans le circuit constitué par une pile sèche et un conducteur métallique, on intercale deux électrodes de platine dont la distance soit inférieure à $\frac{1}{200000}$ de millimètre, il n'y a pas interruption du courant; la continuité électrique se maintient à travers la coupure. La résistance du circuit et par conséquent aussi l'intensité du courant sont alors directement proportionnelles à l'écartement des électrodes. C'est sur ce phénomène que l'auteur a construit son relais téléphonique. Il consiste (*fig.* 1 et 2) en un aimant permanent N que

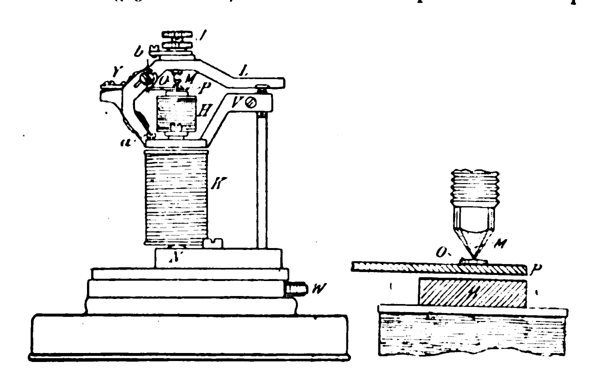


Fig. 1. — Relais téléphonique de G. Brown.
Fig. 2. — Détails du contact microphonique.

prolonge une pièce polaire en fer doux jusqu'à la hauteur d'une languette en acier P, mais sans toucher cette dernière. Sur le noyau sont enfilées deux bobines H et K. Les courants téléphoniques à renforcer traversent la bobine H et excitent la languette P qui vibre alors synchroniquement avec la membrane du téléphone. M et O sont les électrodes métalliques dont l'écartement est réglé, par une vis micrométrique, à une valeur infinitésimale. Le courant local traverse la bobine K, puis l'intervalle OM, qu'il rend et maintient conducteur. Le contact OM constitue une sorte de microphone. Pour soustraire la bobine régulatrice K à l'influence des courants téléphoniques, on interpose un écran en cuivre de forme cylindrique qui entoure le noyau polaire. Dans les derniers appareils, on a remplacé les électrodes de platine par un alliage dur d'osmium-iridium.

(1) G. BROWN, Communication à l'Institution of Electrical Engineers, du 5 mai 1910. (D'après *E. T. Z.*, t. XXXI, p. 612.)

La figure 3 indique comment on intercale le relais sur un circuit. C est la pile sèche; K, l'enroulement régulateur de faible résistance; T, l'écouteur télé-

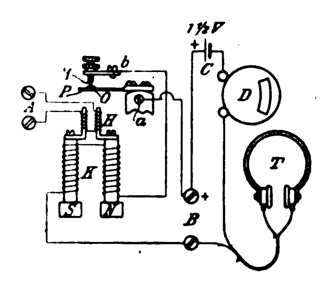


Fig. 3. — Montage du relais sur un circuit téléphonique.

phonique de 40 ohms de résistance; D, un ampèremètre. Le circuit téléphonique dont on veut renforcer le son est connecté aux bornes A et passe par la bobine H. Pour le réglage, on amène d'abord les électrodes M et O au contact puis on les écarte jusqu'à ce que l'intensité du courant local ait diminué de moitié. On rend ainsi perceptibles des sons que le Bell ne peut plus déceler; en approchant une montre d'un écouteur qui est connecté en A, on entend très bien le tic-tac dans le récepteur T. En télégraphie sans fil, on est aussi parvenu à renforcer des sons qu'aucun autre appareil n'était plus capable de déceler. En particulier, avec deux de ces relais en série, on a perçu le son musical d'une station en se plaçant à deux mètres du récepteur T, tandis que l'audition était impossible avec le récepteur ordinaire. L'auteur estime à 20 le renforcement obtenu avec un relais unique; mais il est de 400 avec deux relais en série, disposition qu'on peut réaliser dans la plupart des cas.

Réciproquement, par l'enroulement de réglage il est possible de transformer le contact MO en un microphone d'une sensibilité extraordinaire, de beaucoup supérieure à celle du microphone à contacts en charbon. La figure 4, en particulier, montre le dispositif adopté

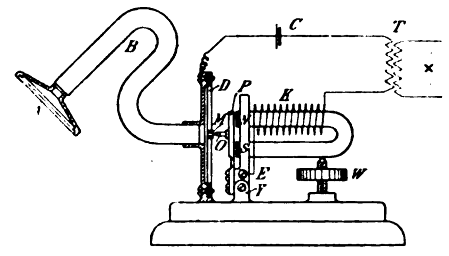


Fig. 4. — Stéthoscope électrique.

par l'auteur pour utiliser ce microphone comme stéthoscope pour l'étude des battements du cœur, des

râles et des sifflements des bronches; A représente un cornet acoustique dont le pavillon en laiton est fermé par une membrane d'ébonite; on l'applique sur la partie du corps humain qu'on désire explorer, au voisinage du cœur par exemple; les battements se transmettent de la membrane à l'air du tube acoustique en col de cygne qui prolonge le pavillon et qui aboutit à une deuxième membrane métallique D, sur laquelle est fixée le contact O du microphone. T est un transformateur téléphonique d'une résistance de 20 ohms environ. Ce stéthoscope électrique a une efficacité trois fois supérieure à celle du cornet acoustique ordinaire; mais si l'on insère un relais téléphonique en ×, les battements du cœur sont rendus 20 fois plus forts, ce qui suffit dans la plupart des cas. Un essai à la longue distance a été tenté entre Londres et l'île de Wight, 160 km. Les battements d'un cardiaque transmis de Londres à un médecin de l'île de Wight ont permis à ce dernier de diagnostiquer l'état du malade. Enfin, le relais associé à un électrophone permet à une salle entière d'entendre un concert éloigné sans altération des sons.

B. K.

RADIOTÉLÉGRAPHIE.

Application de l'excitation par impulsions et des étincelles musicales aux postes radiotélégraphiques de la Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie (¹).

Transmission. — Nous avons indiqué, dans un article antérieur (²), le principe de ce mode d'excitation; comme il offre pour la radiotélégraphie l'avantage que l'antenne rayonne des ondes pures, il était tout naturel de chercher à l'utiliser dans les postes de télégraphie sans fil. Dans le nouveau système « Telefunken » l'étouffement rapide des étincelles est obtenu à l'aide d'un éclateur multiple à étincelles très courtes (comme dans la première expérience de Wien) et dont chaque élément comprend deux disques D en cuivre ou argentés maintenus à un écartement invariable par l'interposition d'une rondelle de mica *m* percée en son centre d'une large ouverture (*fig.* 1).

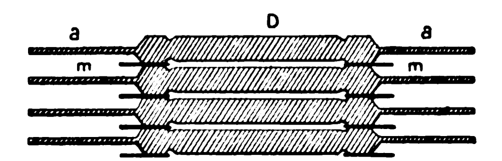


Fig. 1. — Éclateur multiple à étincelles soufflées système « Telefunken ».

Chaque disque est prolongé par une ailette *a* qui favorise son refroidissement; les surfaces en regard sont parfaitement dressées, sauf vers la partie centrale qui est légèrement concave, afin d'empêcher l'étincelle de s'y fixer. Celle-ci éclate donc entre deux points quelconques des disques et se trouve poussée sous l'action de son propre champ vers les bords où elle se souffle très rapidement.

Le grand nombre d'éclateurs partiels mis en série n'introduit aucune complication dans le service, car ce n'est qu'après plusieurs semaines de fonctionnement qu'un réglage ou une revision devient nécessaire. Ce nombre doit toujours être proportionné à la puissance du poste, car l'extinction rapide des étincelles n'a lieu que si l'énergie mise en jeu par chacune d'elles est relativement faible. Chaque éclateur multiple est donc combiné à un dispositif de court-circuit qui permet, suivant les besoins, de travailler avec 1, 2, 3, ..., *n* éléments. Un éclateur composé de 10 éléments dont 9 sont mis hors circuit, abaissera de ce fait l'énergie maximum à 1 pour 100, ce qui est avantageux pour une station puissante qui veut communiquer avec une autre station peu éloignée. Pour diminuer encore l'énergie, on introduit une résistance ohmique dans le circuit excitateur.

Il faut aussi qu'une station puisse disposer d'une gamme très étendue de longueurs d'ondes, ou, mieux encore, pouvoir faire varier continûment la longueur d'onde dans de larges limites. Cette variation s'obtient en agissant soit sur la capacité, soit sur la self, soit sur ces deux facteurs à la fois. On emploie ici des bobines de self-induction spéciales que l'auteur appelle « variomètres de self-induction ». Un variomètre comprend deux disques (dont l'un est mobile), portant chacun une paire de bobines plates enroulées en forme de demi-disques comme le montre la figure 2. Leurs spires peuvent être couplées en

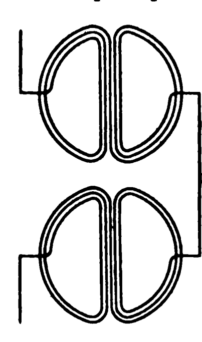


Fig. 2. — Schéma des bobines à self-induction variable de la Gesellschaft für drahtlose Telegraphie.

série ou en parallèle. Si la position des disques est telle que les champs des quatre bobines s'ajoutent, on a la self-induction maximum; mais si les champs se retranchent, on a la self-induction minimum. En faisant tourner le disque mobile de 360°, puis passant du couplage parallèle au couplage série, la self-induction d'un variomètre oscille de 1 à 16. Ce dispositif permet donc une adaptation rapide du transmetteur sur une longueur d'onde déterminée; il est plus difficile de concilier ces longueurs d'onde avec le couplage favorable donnant un bon étouffement de l'étincelle. M. Rendhal a résolu cette difficulté par le montage ci-contre (*fig.* 3); le circuit excitateur comprend : l'éclateur multiple F, le condensateur C_1, et le variomètre L_1, aux bornes duquel sont connectés, d'une part l'antenne prolongée par un deuxième variomètre L_2 et d'autre part, la terre ou son contre-poids avec le ther-

(¹) Le comte Arco, *Le nouveau système « Telefunken »*, (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. II, 1909, n° 6, p. 551-592).

(²) *La Revue électrique*, 24 mars 1911, p. 288.

mique A. On obtient ainsi un couplage constant dont le coefficient est déterminé par le rapport $\sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$, où C_2 représente la capacité de l'antenne. Cependant, pour les très petites longueurs d'onde, il est avantageux d'opérer avec un couplage un peu plus lâche; celui-ci s'obtient par

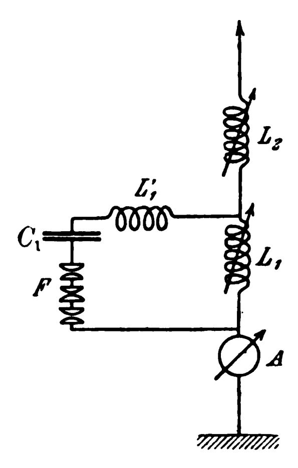


Fig. 3. — Schéma des connexions du poste transmetteur à excitation par impulsions système « Telefunken ».

la bobine L'_1, dont la self-induction constante est très petite par rapport à L_2 et qui, par conséquent, n'intervient pour changer le couplage que dans les cas où L_1 est aussi dans le voisinage de sa valeur minimum. La capacité primaire étant supposée constante, ce dispositif permet de faire varier la longueur d'onde entre 500 m et 2000 m.

Les condensateurs sont en papier dont on compense la faible rigidité diélectrique en associant un grand nombre d'éléments en série. Les décharges par les bords se remarquent bien moins qu'avec les circuits excitateurs où l'extinction de l'étincelle est moins rapide, probablement parce que les quelques oscillations primaires ne provoquent qu'une faible ionisation de l'air ambiant.

Pour alimenter le circuit primaire, on emploie du courant alternatif de 500 à 2000 alternances par seconde à raison d'une seule décharge par alternance; on perçoit ainsi au récepteur téléphonique un son musical très pur. Le courant de la génératrice passe par des transformateurs qui élèvent sa tension de 4000 à 70 000 volts; les stations puissantes fonctionnent avec une bobine d'induction.

Réception. — A la réception la disposition des appareils est celle de la figure 4 : *a*, pour les petites; *b*, pour les grandes longueurs d'onde. Le choix du détecteur est dicté par la forme même de l'énergie émise par l'aérien du poste envoyeur; celle-ci se distingue par trois traits caractéristiques : 1° Une succession très rapide d'impulsions avec une faible amplitude de tension; par conséquent, donnant une longue portée même avec de petites antennes. Pour la capter, seuls conviennent les détecteurs intégrateurs, c'est-à-dire utilisant l'effet des oscillations de tous les trains d'onde correspondant à un signal, tels que détecteurs électrolytiques et détecteurs à contacts solides. Celui adopté par la Société Telefunken consiste en une fine pointe de graphite appuyant légèrement sur un cristal de galène (sulfure de plomb). Ce détecteur redresseur de courant ou à conductibilité unilatérale [1] transforme l'énergie alternative qui l'atteint en trains d'ondes continues de 1000 vibrations à la seconde et dont la régularité se traduit au téléphone par un son très pur. 2° L'éner-

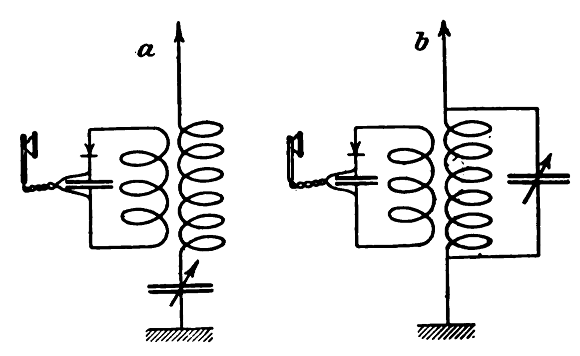


Fig. 4. — Dispositif du poste récepteur avec téléphone dans le système à étincelles musicales de la Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie.

gie rayonnée correspond à une onde unique faiblement amortie, ce qui, par suite de l'élimination des deux ondes d'accouplement, permet de placer l'aérien transmetteur dans les conditions de la résonance aiguë et de plus, pour la réception, de se contenter d'un couplage encore plus lâche que dans les méthodes ordinaires. Cependant, on s'est rallié au dispositif de la figure 4, parce que, d'après les idées de l'auteur, l'antenne ayant une résistance très faible de 2,5 à 6 pour 100, si elle subit un choc électrique, consécutif par exemple à un coup de foudre, elle entre en vibrations et est alors capable de transmettre, même avec un couplage très lâche, une telle proportion d'énergie parasitaire que toute autre réception devient impossible. Pour s'affranchir de ces perturbations, il convient donc de conserver au transmetteur son individualité en utilisant l'énergie dans la forme même sous laquelle il l'envoie. C'est ce qu'on a réalisé en particulier pour l'appareil d'appel qui consiste en un galvanomètre à cadre mobile de sensibilité 10^{-7} et à grand moment d'inertie obtenu à l'aide de dispositifs électriques particuliers. Les signaux prolongés pendant au moins 10 secondes sont seuls capables d'imprimer une déviation à l'aiguille, qui vient alors fermer le circuit local d'une sonnerie d'appel. 3° C'est la qualité musicale des étincelles qui caractérise avec le plus de précision les antennes excitées par impulsions; car un son réellement pur, musical, même très affaibli, se distingue toujours nettement des bruits parasites provenant soit d'autres postes, soit de phénomènes électriques naturels. Pour tirer de la réception au son tout le parti possible, on a d'abord essayé d'ajouter, à l'effet sélectif dû aux résonances électriques des circuits, celui des résonances

[1] Pour les propriétés de ces détecteurs solides, *voir* en particulier : C. Brenot, *Lumière électrique*, nov. 1909; C. Tissot, Société française de Physique, séance du 18 mars 1910, p. 245.



acoustiques des téléphones (¹). Finalement la Société Telefunken s'est arrêtée à un relais à résonance dont le principe est le suivant :

Le courant pulsatoire du détecteur, rythmé sur le courant primaire, traverse l'enroulement très résistant d'un électro-aimant, dans le champ duquel plonge une armature dont la période propre est la même que celle du son employé; contre cette armature appuient des contacts microphoniques qui font passer dans une deuxième bobine identique à la précédente le courant d'une batterie locale plus intense et aussi rythmé sur le premier; l'armature à résonance correspondant à la deuxième bobine effectue alors des oscillations de plus grande amplitude. On peut, en outre, utiliser un téléphone haut parleur ou encore, par l'intermédiaire d'un relais convenable, enregistrer les signaux avec un Morse quand la transmission est suffisamment lente.

D'après l'auteur, le rendement d'une station de 2 kilowatts se décomposerait de la façon suivante :

Rendement de l'alternateur à 500 p : s.......	75	pour 100
» de la bobine d'induction.......	80	»
» du circuit à haute fréquence....	85	»
» global..........................	50	»
ou sans la machine de...............	65 à 70	» (²)

Les procédés anciens donnent un rendement au plus de 20 pour 100 pour l'énergie transformée en oscillations dans l'antenne. Comme portée une station mobile de 2 kilowatts affectée au service de l'armée a permis d'établir des communications entre Berlin et Vienne; l'antenne avait 47 m de hauteur; avec 6 kilowatts disponibles dans l'aérien, la portée est de 3000 km. Deux vapeurs de la ligne Woermann faisant le service entre Hambourg et le Cameroun, et équipés avec les appareils Telefunken, ont réussi à communiquer avec le poste de Nauen, à 3700 km, au moment où ils se croisaient au voisinage des îles Canaries, bien que les antennes fussent montés sur des mâts à peine hauts de 28 m et distants de 67 m seulement. Ces navires ont ensuite échangé des télégrammes entre eux le 24 janvier 1910, à 10 h du soir à la même distance. La Société Telefunken qui a commencé ses essais avec une station de 1 kilowatt et qui a progressivement augmenté la puissance primaire, n'a jamais éprouvé aucune difficulté ni aucune déception dans l'application de l'excitation par chocs. Elle construit actuellement, à Nauen, une station de 50 kilowatts dont 30 kilowatts seront utilisés dans l'antenne.

La communication du comte Arco est illustrée d'un grand nombre de photographies d'appareils qui semblent

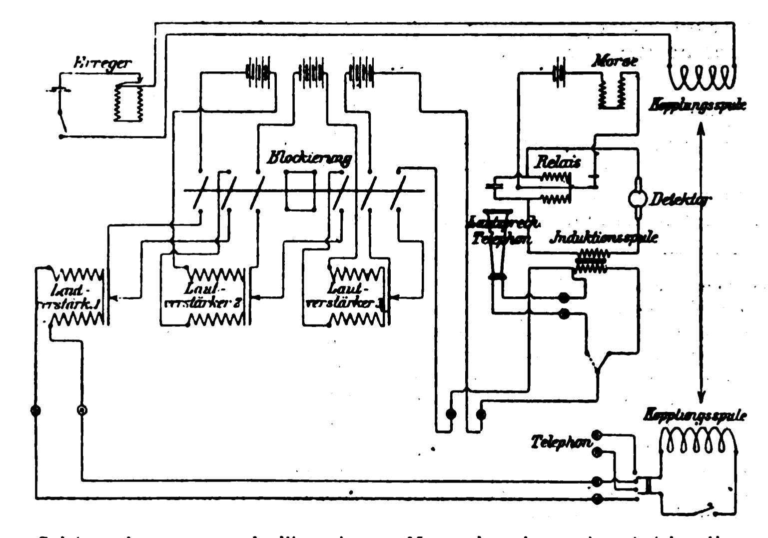


Fig. 5. — Schéma du montage de l'inscripteur Morse dans le système à étincelles musicales.
Lautverstärker : résonateur 1, 2, 3. — *Lautsprechtelephon :* téléphone haut parleur. — *Kopplungsspule :* Bobine de couplage. — *Erreger :* excitateur.

réduits au minimum d'encombrement malgré la complexité des accessoires. Nous terminerons en signalant que la résonance acoustique du téléphone haut-parleur est obtenue à l'aide d'un tube ouvert à tirage et en donnant le schéma du montage adopté actuellement par la Société Telefunken pour l'enregistreur Morse (¹). Le courant du contact microphonique du troisième résonateur est formé de courant continu auquel se superposent des im-

(¹) Ces chiffres, mis en doute par le commandant Ferrié, viennent aussi d'être contestés par deux physiciens anglais, MM. W.-H. Eccles et A.-J. Makower qui trouvent un peu moins de 50 pour 100 pour le rendement entre les pôles de l'éclateur et l'antenne avec le dispositif d'excitation par chocs. (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. IV, n° 3, 1911, p. 253.)

(²) *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, p. 509.

(¹) Le comte Arco attribue cette idée à Max Wien. En réalité, M. Blondel l'avait proposée dès 1898, comme le rappelle le commandant Ferrié dans sa Communication à la Société internationale des Électriciens du 5 janvier 1910, p. 81 : « Sur les nouveaux procédés de transmission employés en télégraphie sans fil ».

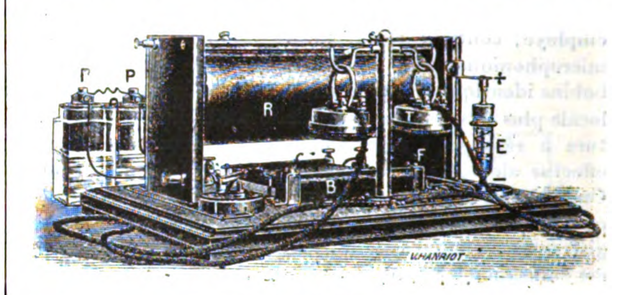
pulsions; l'ensemble est conduit dans le primaire d'un transformateur téléphonique dont le secondaire fournit du courant alternatif pur. Une soupape intercalée sur son trajet le convertit en courant continu pulsatoire qui actionne un relais très sensible par l'intermédiaire duquel se ferme le courant local du Morse. On peut même réaliser une inscription duplex avec un seul enregistreur. A cet effet deux aériens de mêmes longueurs d'onde électriques, mais dont les éclateurs donnent des sons différents d'environ 20 pour 100, envoient leurs ondes à un seul et même détecteur et les courants correspondants traversent les enroulements primaires de deux résonateurs réglés sur ces deux sons; on peut ainsi recevoir séparément deux télégrammes soit au téléphone, soit au Morse. L'auteur ajoute que cette triple sélection basée sur des résonances électriques, mécaniques et acoustiques, constitue un excellent système de protection contre toutes les perturbations extérieures.

En résumé, l'application de la découverte de Wien ou excitation par chocs a permis à la Gesellschaft für Drahtlose Telegraphie d'obtenir des sons musicaux très purs et d'augmenter la portée relativement médiocre de ses anciennes stations. Elle communique aujourd'hui à 3700 km [1]. B. K.

Appareil Jégou pour la réception des signaux horaires hertziens de la Tour Eiffel [2].

Dans une communication faite au Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences, à Lille, en 1909, M. Jégou décrivait un nouveau type de détecteur électrolytique [3] présentant l'avantage de pouvoir fonctionner sans dispositif potientiométrique. L'emploi de ce type de détecteur a permis à M. Jégou de réaliser un appareil d'une très grande simplicité pour la réception des signaux horaires envoyés de la Tour Eiffel.

La figure ci-dessous représente cet appareil. En E est le détecteur électrolytique à cathode de plomb; en P deux éléments de pile Leclanché dont la force électromotrice



Appareil Jégou
pour la réception des signaux horaires hertziens.

est légèrement inférieure à la tension critique du détecteur. Dans ces conditions, les éléments ne débitent qu'un courant infime à travers le détecteur, courant incapable de polariser les éléments qui, ainsi, conservent toujours la même tension à leurs bornes. Ceux-ci peuvent alors fonctionner des années, d'autant plus que le récepteur horaire ne fonctionne utilement qu'aux instants de la perception des signaux, ce qui ne dure que peu de temps.

L'appareil est aussi caractérisé par l'usage d'une bobine transformatrice *f* F [1] qui rachète, comme l'expérience le prouve, la légère diminution de sensibilité due à ce que la tension appliquée sur le détecteur n'est pas égale, mais légèrement inférieure à la tension critique du détecteur. Le fonctionnement de cette bobine est assez spécial, car c'est l'enroulement à fil fin et long qui est pris comme primaire, tandis que l'enroulement à fil gros et court est connecté aux récepteurs téléphoniques qui fonctionnent alors sous l'influence des courants induits de cet enroulement.

En choisissant convenablement les éléments de cette bobine, on peut utiliser, sans nuire à la sensibilité du récepteur, des récepteurs téléphoniques T de fabrication courante (150 ohms) à la place des téléphones spéciaux de haute résistance (7000 ohms) généralement utilisés à cause du surcroît de sensibilité qu'ils procurent à la réception.

Enfin, le résonateur de syntonie R est branché en série entre la pointe positive du détecteur et le pôle correspondant de la pile. De cette façon, on supprime le condensateur du montage classique avec le résonateur aux bornes du détecteur; c'est une nouvelle simplification qui, comme la pratique le démontre, ne nuit en rien au fonctionnement.

---

(1) Plusieurs expérimentateurs avaient déjà tenté d'utiliser l'excitation par chocs. Ainsi W. Peukert a imaginé un éclateur composé de deux électrodes plates, circulaires, placées en regard l'une de l'autre et parallèlement. Ces électrodes sont en cuivre pur; leurs faces en regard peuvent être argentées. L'une d'elles, la supérieure, est réglable et de plus peut être détachée aisément; les pièces sont refroidies au moyen d'une circulation d'eau. On évite l'oxydation des électrodes, en introduisant de temps à autre dans la boîte de l'éclateur une goutte d'alcool. L'éclateur du baron de Lepel, antérieur à celui décrit par le comte Arco, est également constitué par des disques maintenus à un écartement invariable par interposition d'un diaphragme en papier au lieu du mica. On a pendant longtemps contesté à son dispositif la faculté de produire des étincelles étouffées, et cette opinion était soutenu par les Compagnies concurrentes qui pouvaient redouter une réclamation de priorité de la part de l'inventeur anglais; et, en effet, ses revendications devant le « Patent Office » de Londres et la « Patentamt » de Berlin ont obtenu gain de cause; tous les brevets du système à étincelles soufflées lui ont été accordés; aussi, depuis le 7 février 1911, la Telefunken a dû renoncer au système qu'elle pratiquait depuis deux ans. Les brevets de Lepel ont été achetés par la Compagnie radiotélégraphique.

(2) *Bulletin de la Société internationale des électriciens*, 3e série, t. I, février 1911, p. 68.

(3) *La Revue électrique*, t. XII, 15 sept. 1909, p. 188.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 15 juin 1908.

ÉCLAIRAGE.

ÉCLAIRAGE PAR ARC.

Installation à Turin de lampes à électrodes métalliques alimentées par redresseur Cooper-Hewitt.

A l'occasion de la prochaine Exposition de Turin, la municipalité a commandé à la Société Westinghouse, pour l'éclairage de quelques avenues, un équipement de 65 lampes à arc à électrodes métalliques, branchées en série et commandées par un transformateur-régulateur à redresseur Cooper-Hewitt. L'enroulement primaire du transformateur est connecté directement au réseau primaire à 6300 volts, l'enroulement secondaire forme le diviseur du convertisseur. Les lampes sont alimentées par le courant redressé recueilli entre l'électrode négative de l'ampoule et le point neutre du diviseur. Les enroulements primaires sont mobiles; ils sont en équilibre lorsque le courant normal passe par les enroulements secondaires stationnaires. La plus légère variation de charge provoque une répulsion entre les enroulements primaires et secondaires; cet écartement modifie le coefficient de transformation de l'appareil et produit ainsi automatiquement un courant constant quel que soit le nombre de lampes en service.

Les lampes sont munies d'un dispositif de mise en court-circuit assurant la continuité du circuit en cas d'extinctions de l'une d'elles; la chute de potentiel provoquée par la mise hors de service d'une ou plusieurs lampes est automatiquement compensée au régulateur-transformateur.

Les électrodes des lampes sont formées, non par des charbons, mais par des électrodes métalliques dont la durée de combustion minimum est de 150 heures pour 6,6 ampères et 68 volts par lampe; l'intensité lumineuse émise est d'environ 1400 bougies par lampe.

On voit que ce système d'éclairage réunit les facilités de réglage et la modicité du prix d'installation propres aux distributions à courant alternatif, avec le haut rendement lumineux que donne les lampes à courant continu. En outre la main-d'œuvre est excessivement minime, ainsi que les frais d'exploitation, car la lampe présente, en même temps que tous les avantages d'une lampe à charbons minéralisés à arc libre, une durée supérieure à celle des lampes à arc en vase clos, sans avoir les inconvénients de ces dernières.

ÉCLAIRAGE PAR INCANDESCENCE.

La lampe à filament métallique « Iota ».

La Regina Bogenlampen-Fabrik prépare les filaments de tungstène de cette lampe à incandescence par filage; puis elle les recouvre d'une couche de carbone d'après un procédé spécial dû à l'invention de R. Hopfelt. Ce mode de fabrication doit donner des filaments extrêmement durs et élastiques et d'une faible consommation spécifique. Les essais effectués par l'usine municipale électrique de Cologne sur neuf lampes de 32 bougies Hefner, brûlant les unes horizontalement et les autres verticalement et alimentées par du courant alternatif à 50 p : s et 110 volts, ont établi que la consommation spécifique initiale était de 1,04 watt; au bout de 800 heures, 1,08 watt et au bout de 2000 heures, 1,13 watt. La durée de vie absolue des lampes horizontales a été de 960, 1490 et 1500 heures; celle des lampes verticales, 1800 heures pour l'une d'entre elles, tandis que les autres fonctionnaient encore au bout de 2000 heures sans que l'intensité lumineuse initiale fût diminuée de plus de 25 pour 100.

Cette lampe figurait à la dernière Exposition de Bruxelles où elle était suspendue au-dessus d'un socle muni d'un dispositif spécial destiné à montrer la résistance du filament. Ce dispositif consistait en un petit moteur actionnant un marteau à tête en caoutchouc qui imprimait un choc à l'ampoule toutes les 20 secondes.

Les ampoules des lampes Iota ont la forme de poires ou de sphères, et se construisent :

Tensions.	Bougies Hefner.
90-140	16-75
140-170	20-75
170-250	25-75
90-250	100-600

Certaines ampoules sont constituées en verre *euphos* (¹) jaune vert qui absorbe les radiations ultraviolettes. Just et Hanaman ont préparé un filament de tungstène par un procédé inverse; un filament de carbone est recouvert de tungstène et, par la chaleur d'un courant électrique, on élimine le carbone (*La Revue électrique*, t. X, p. 439).

(¹) Pour la constitution probable de ce verre, voir *La Revue électrique*, t. X, 15 décembre 1908, p. 438, note.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

PHOSPHORE.

Sur la fabrication du phosphore par les procédés électriques (¹).

L'industrie du phosphore devient de plus en plus une industrie électrochimique. Depuis quelque temps déjà, la plus grande partie de la production mondiale du phosphore est obtenue électriquement.

L'usine de Niagara Falls de la Oldburg Chemical Company produisait à elle seule, il y a quelques années, 15000 kg de phosphore par mois par la voie électrochimique. La production de la Société mère Albright et Wilson à Oldburg, en Angleterre, est au moins égale, sinon supérieure.

Avec l'ancienne méthode de Wöhler, beaucoup de petites fabriques n'obtenaient que 4 à 5 pour 100 comme rendement en phosphore et l'on citait comme un progrès ce fait que la fabrique d'Oldburg était arrivée à 8 pour 100.

La plupart des méthodes électrochimiques actuellement en usage reposent sur l'ancien procédé de Wöhler qui consistait à chauffer du métaphosphate de calcium, de la silice et du charbon, la réaction suivante se produisant alors :

$$Ca^3(PO^4)^2 + SiO^2 + 5C = 3CaSiO^3 + 5CO + 2P.$$

En pratique, l'exécution du procédé présentait de grandes difficultés par suite de l'impossibilité de trouver une matière pouvant résister à l'action du silicate de calcium à haute température.

Les méthodes électrochimiques permettent d'éviter cet inconvénient parce qu'avec elles on peut refroidir les parois, la chaleur étant produite ici intérieurement soit par les arcs électriques, soit par chauffage par résistance électrique.

Le procédé le plus ancien est celui de Parker, Robinson et Readman, breveté en 1889 et appliqué en 1893 par la Electrical Construction Company qui fabriquait journellement 150 kg d'un beau phosphore jaune pâle. D'après ce procédé le phosphate, traité par l'acide sulfurique ou simplement pulvérisé finement, est mélangé à du charbon et du sable. Ce mélange est introduit dans un four électrique et l'on fait passer le courant entre électrodes de charbon. La vapeur de phosphore est condensée sous l'eau dans des récipients en cuivre. En partant de phosphates exempts de fer, on obtient ainsi 86 pour 100 du phosphore.

Walther Hempel qui a étudié ce procédé a fait des essais en distillant, dans un appareil approprié, un mélange de 5 parties de cendres d'os, 1,5 partie de charbon de bois et 3 parties de sable. Le premier dégagement gazeux commence à 700° C. A 1000° C. surviennent les gaz combustibles. La coloration verte de la flamme à 1150° C. montre que les premières traces du phosphore sont réduites. Le phosphore apparaît en quantité visible à 1200° C. La réaction est en son plein à 1300° C. et est terminée à 1450° C. Par distillation on recueille 92 pour 100 du phosphore existant dans la masse. Les 8 pour 100 de phosphore qui restent dans le résidu sont sous la forme de silicophosphate de calcium.

En chauffant à plus haute température, à 1525° C., Hempel a pu se rendre compte que ce silicophosphate n'est pas réduit par la silice. Il opérait en plaçant la matière dans un tube de charbon et en chauffant directement dans l'arc.

Newmann a soutenu un moment que le chauffage électrique, qui est plus coûteux, n'est pas nécessaire pour obtenir un rendement élevé et, en 1905, il doutait encore des résultats annoncés par Readman dès 1891 et dans lesquels il n'était encore question que d'un rendement de 72 pour 100.

L'adoption générale de ce procédé, qui fournit actuellement la plus grande partie du phosphore produit dans le monde entier, dispense d'une plus longue discussion de la question.

Récemment, on a utilisé comme matière première le phosphate d'aluminium qui existe en Pensylvanie sous la forme d'un minerai nommé *wavellite*. Une société, l'American Phosphorus Company, s'est formée pour extraire le phosphore de ce minerai par le procédé Readman.

Un autre procédé de préparation du phosphore au four électrique est celui de Hermann Hilbert et Albert Frank. Dans l'ancien procédé, sans utilisation de l'électricité, la réduction des matières phosphorées, particulièrement de l'acide phosphorique et des métaphosphates, par le charbon et la silice ou par le charbon seul, donnait lieu aux réactions suivantes :

$$3Ca(PO^3)^2 + 10C = 4P + Ca^3(PO^4)^2 + 10CO,$$
$$Ca^3(PO^4)^2 + 5C = 2P + 3CaO + 5CO,$$
$$2Ca(PO^3)^2 + 2SiO^2 + 10C = 2CaSiO^3 + 4P + 10CO.$$

Dans le procédé Hilbert-Frank, on réduit les phosphates par le charbon à haute température, de façon à engager à l'état de carbure le métal du phosphate. Les essais ont montré qu'en chauffant au four à arc un mélange de charbon et de substances phosphorées en proportions convenables et dans les conditions de fabrication du carbure, non seulement on obtient un carbure métallique, mais encore le phosphore se dégage, la réaction étant la suivante dans le cas du phosphate tricalcique :

$$Ca^3(PO^4)^2 + 14C = 3CaC^2 + 2P + 8CO.$$

Pratiquement, on fait un mélange intime des matières suivant les proportions indiquées par la réaction et l'on

(¹) C. Hermanns, *Elektrochemische Zeitschrift*, t. XVII, juillet-août 1910, p. 91 et 125.



chauffe au four électrique à la température de fabrication du carbure et à l'abri de l'air. Le phosphore obtenu est recueilli dans un appareil à condensation approprié. On coule le carbure et l'on remet du nouveau mélange à traiter.

C'est la Compagnie électrique du phosphore qui acheta ce brevet; mais l'application ne répondit pas aux attentes et, après quelques années, cette société laissa tomber le brevet et abandonna l'installation qu'elle avait montée.

Il est à remarquer que l'électrotechnicien français Joudrain avait pris un brevet pour un procédé identique qui lui permettait d'obtenir un rendement de 80 pour 100.

Le brevet anglais 10290 de 1898 pris par Bradley et Jacob ne se distingue guère des précédents que par la forme du four. Ces inventeurs indiquent comme proportions de matières 200 parties de charbon et 310 parties de $Ca^3(PO^4)^2$ permettant d'obtenir 192 parties de carbure de calcium et 62 parties de phosphore.

C'est aussi ce même principe que renferme le brevet anglais Billaudot 15977 de 1896.

Tous ces procédés ne paraissent pas avoir eu de succès.

Le procédé Dill diffère de celui de Parker, Robinson et Readman par l'emploi d'acide phosphorique au lieu de phosphate, ce qui permet de rendre l'opération continue, car il n'y a pas alors de résidu solide à enlever après chaque opération. Afin d'augmenter la conductibilité et de permettre l'action chimique, l'acide phosphorique est additionné de charbon de bois et d'un peu de coke. L'appareil utilisé est représenté en figure 1. H est

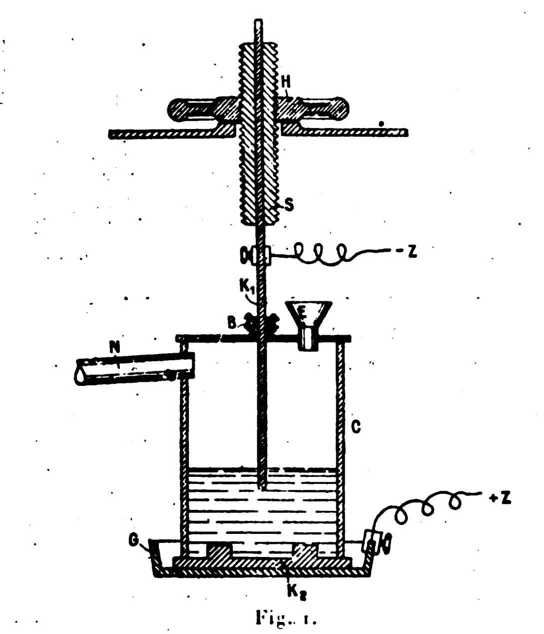


Fig. 1.

e volant de réglage; K_1 et K_2 les deux électrodes en charbon; C, le récipient, est un cylindre en terre muni d'un couvercle et dont le fond est formé par l'électrode de charbon K_2. Il est muni du tube de dégagement A, de la trémie de remplissage E et du joint étanche B au passage de l'électrode K_1.

On conduit l'opération de la manière suivante : on concentre l'acide phosphorique à environ 60°-70° Baumé; on le mélange à l'état chaud avec de la poudre grossière de charbon dans la proportion de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$ du poids d'acide phosphorique. On introduit dans le récipient à électrolyse et l'on fait passer le courant. On utilise une tension de 120 volts et une intensité de 80 à 150 ampères.

Mais ce procédé breveté en Allemagne ne paraît pas avoir eu de résultats pratiques.

L'Electric Reduction Company Limited à Londres traite les phosphates dans un four à résistance et évite ainsi les inconvénients observés avec le four à arc. Par suite du violent bouillonnement qui se produit avec celui-ci, il part avec le phosphore de grandes quantités de poussière de charbon qui le rendent impur et obligent à faire un raffinage du phosphore.

Le four, représenté en figure 2, consiste en une chambre A à parois réfractaires, dans laquelle sont introduits deux

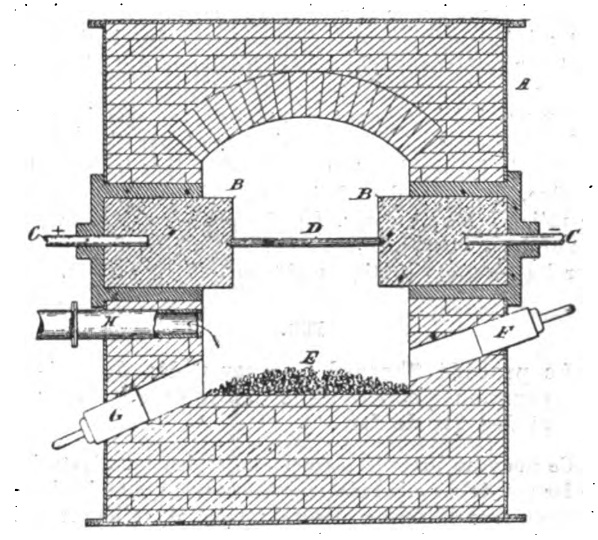


Fig. 2.

blocs de charbon B reliés aux conducteurs C. Une baguette de charbon D réunit ces deux blocs. La matière E est introduite sur la sole du four par l'ouverture F; les résidus sont éliminés par l'ouverture G. Les vapeurs de phosphore s'échappent par la tubulure H. Quand le four est garni, on fait passer un courant d'intensité suffisante pour obtenir la réaction, la chaleur étant en partie rayonnée directement par la baguette et en partie réfléchie par le couvercle et les parois. Il vaut mieux employer une baguette de graphite qu'une baguette de charbon, car dans ce dernier cas il y a transformation du charbon en graphite par l'échauffement intense et, comme cette transformation se fait avec contraction, la baguette se rompt facilement.

Sur le procédé de Machalske, qui doit être encore employé en Amérique, il n'y a pas eu de publications récentes.

Le procédé Gin et Leleux n'offre rien de particulier; il indique simplement le chauffage au four électrique d'un mélange de phosphate de chaux et de coke.

Dans le procédé Bonblique, on décompose par l'électrolyse le phosphure de fer obtenu par fusion de phosphate

de chaux avec un sel de fer. On recueille les vapeurs de phosphore.

Collardeau chauffe au four électrique un mélange de carbure de calcium et de phosphure de calcium. Il emploie un mélange de 310 parties de phosphate de chaux, 260 parties de chaux vive et 160 parties de coke. Sous certaines conditions on engage à peu près tout le phosphore à l'état de phosphure de calcium. L'hydrogène phosphoré qu'on produit avec ce corps passe dans un tube rempli de coke et chauffé au rouge; il se décompose alors en phosphore et hydrogène.

Ces deux derniers procédés ont l'inconvénient de nécessiter une préparation intermédiaire de phosphure de fer ou de phosphure de calcium.

Dans le procédé Harding, le phosphate tricalcique $Ca^3(PO^4)^2$ est finement pulvérisé et traité d'abord par l'acide sulfurique qui donne l'anhydride phosphorique P^2O^5. Celui-ci étant impur et renfermant des produits sulfurés est grillé dans un four à flamme avec du charbon. Il reste un mélange d'anhydrides phosphoreux et phosphoriques que l'on réduit alors au four électrique.

Un procédé intéressant au point de vue théorique est celui de Bonna et Leroye qui opèrent par électrolyse. Pour cela ils dissolvent la cendre d'os dans la cryolithe fondue, ou encore dans le borax, le silicate de soude ou le mélange de ces corps. Le phosphore est obtenu par électrolyse. Malheureusement il n'y a pas de données sur les résultats pratiques obtenus. L. J.

FER.

Le procédé Sherard Cowper-Coles de préparation électrolytique des tôles, des tubes et des fils de fer (1).

Ce nouveau procédé permet non seulement d'extraire le fer pur de ses minerais, mais encore de l'obtenir directement sous la forme désirée : tôle, fil, tube, ce qui supprime le laminage, l'étirage, la coulée.

Dans la mise en œuvre du procédé on peut partir soit de la fonte, soit du minerai de fer, ce qui a une importance pratique considérable. Le traitement préalable du minerai consiste en un simple concassage. On introduit ensuite ce minerai ou la fonte dans des cuves électrolytiques dans lesquelles se produit une circulation permanente d'acide. Le fer ou le minerai sont reliés au pôle positif de la source d'énergie électrique.

Comme cathode, on utilise un cylindre rotatif ou une plaque suivant que l'on veut obtenir des tubes ou des tôles. Pour obtenir un bon produit, il faut que la tension soit maintenue assez basse, tandis que la densité de courant cathodique doit être assez élevée. Comme électrolyte on prend une solution d'acide crésolsulfonique à 20 pour 100; on le maintient à la température de 70° C. Pour cette température, le maximum de densité de courant est de 10,76 ampères par décimètre carré de surface cathodique. A l'électrolyte, on ajoute, dans certaines circonstances, une petite quantité de sulfure de carbone. La circulation du liquide est assurée par des pompes.

(1) *Elektrochemische Zeitsch.*, t. XVII, mars 1911, p. 342.

Pour la fabrication des tubes, il est nécessaire de prendre les noyaux d'un diamètre un peu plus petit que celui des tubes, car on interpose un recouvrement en plomb sur le noyau avant d'effectuer le dépôt électrolytique. Le fer se dépose à l'état absolument dense sur le plomb. En chauffant ensuite l'ensemble, le plomb coule et l'on retire le cylindre de fer.

Le procédé permet de faire varier suivant les désirs la teneur du fer en carbone et par conséquent d'obtenir à volonté les différentes qualités du produit final. On a constaté en effet que la teneur en carbone du fer déposé dépend en premier lieu de la teneur du produit brut que l'on utilise. Si la fonte disposée à l'anode renferme du carbone libre, le fer obtenu à la cathode est exempt de carbone, tandis que le carbone combiné renfermé dans la fonte se retrouve dans le fer électrolytique.

De la même manière, on peut augmenter ou diminuer à volonté la teneur en silicium.

Les propriétés du fer électrolytique dépendent de la teneur en hydrogène. Quand cette teneur est élevée, le fer est plus dur, plus brillant, plus blanc, plus passif. Quand elle diminue, le fer devient plus mou, moins brillant, mais il conserve sa passivité. Le fer renfermant de l'hydrogène est cassant comme du verre. Sa dureté atteint et dépasse même celle du quartz car il raye le verre.

Le procédé permet aussi la préparation d'alliages de fer qui n'ont pas pu être obtenus jusqu'ici par les procédés de fusion. On peut recouvrir intérieurement ou extérieurement les tubes d'une couche de cuivre en déposant ce métal avant ou après le fer.

Comme autres avantages, le nouveau procédé est simple, économique, applicable à de petites puissances, plus hygiénique que les méthodes par fusion. Il permet d'utiliser les déchets de fer, sans résidu.

En ce qui concerne le coût d'installation, Sherard Cowper-Coles indique le prix de 2 707 500 fr pour une usine produisant annuellement 5000 tonnes de produits finis : tôles, fils, tubes. Le prix de revient serait de 133,75 fr par tonne de fer fini. L. J.

La fabrication des ferro-silicium au four électrique (1).

Les alliages de fer et de silicium que l'on trouve aujourd'hui dans le commerce ont deux provenances distinctes. Ceux dont les teneurs en silicium ne dépassent pas 14 à 16 pour 100 sont généralement obtenus au haut fourneau, en traitant des minerais riches en silice, et sont vendus comme fontes siliceuses. Les alliages plus riches en silicium sont tous fabriqués aux fours électriques et livrés aux consommateurs sous le nom de ferro-silicium.

La fabrication des ferro-silicium constitue une branche importante de l'électrométallurgie, et jusqu'à ces derniers temps la France a occupé le premier rang parmi les nations productrices de cet alliage, malgré les efforts faits par d'autres pays pour utiliser leur houille blanche, et les droits de douane élevés établis par certaines nations consommatrices.

Teneurs fabriquées. — On peut fabriquer au four

(1) Ch. Louis, *Bulletin technologique des Écoles d'Arts et Métiers*, juillet 1910, p. 941-959.



électrique des alliages de toutes proportions de fer et de silicium, mais la fabrication peut répondre à toutes les exigences des consommateurs, en ne produisant qu'un certain nombre d'alliages-types, que l'on produit d'une façon presque exclusive dans l'industrie.

Ces alliages industriels contiennent respectivement 20, 25, 33, 50, 66, 75 et 80 pour 100 de silicium.

Ces teneurs commerciales représentent toujours un rapport simple entre le poids du silicium et le poids total de l'alliage, et l'on tolère dans les marchés, moyennant une échelle de prix proportionnelle, quelques unités d'écart en plus ou en moins sur les teneurs du silicium.

Les teneurs commerciales sont des solutions de siliciures définis dans un excès de fer ou de silicium. Les siliciures définis, actuellement connus, sont les suivants : Fe^2Si^2 qui contient 80 pour 100 de fer et 20 pour 100 de silicium; Fe^2Si^2, qui contient 33,33 pour 100 de silicium; Fe^3Si^2, qui contient 25 pour 100 de silicium; $FeSi^2$, qui contient 50 pour 100 de silicium.

Suivant que l'un ou l'autre de ces siliciures définis se trouve dans le métal, les cristallisations que l'on observe changent d'aspect; cette remarque est très utile dans la fabrication, car elle permet à l'aspect du métal de reconnaître, sans analyse, si la production est bien voisine de la teneur voulue.

Les alliages à 25 pour 100 de silicium présentent souvent des cristallisations analogues, mais avec des cristaux plus réduits et disposés généralement en ligne.

Les ferro-silicium à moins de 20 pour 100 se présentent en masse compacte à cassure brillante, et les teneurs comprises entre 35 et 45 pour 100 de silicium sont, au contraire, percées d'un très grand nombre d'alvéoles ou soufflures. Les teneurs voisines de 50 pour 100 de sillicium présentent des cristallisations en lamelles d'un très bel aspect, avec une multitude de petits trous disséminés dans la masse. Pour les teneurs supérieures, le grain de la cassure est plus serré, la masse redevient compacte, sans soufflures, à partir de 63 pour 100 de silicium.

Les soufflures apparaissent dans la masse, pour les teneurs comprises entre 35 et 60 pour 100 de silicium; les gaz qui remplissent ces soufflures sont généralement très toxiques; ils ont quelquefois causé des explosions spontanées et des empoisonnements; ils dégagent une odeur alliacée très caractéristique.

Les gaz en question ne se forment pas toujours, leur formation est due aux impuretés des matières premières employées; on les évite par un choix judicieux de ces matières premières.

Jusqu'aux teneurs 35 pour 100 de silicium, l'alliage obtenu, bien que friable, est assez consistant pour être expédié en lingots, mais les teneurs plus fortes en silicium se délitent souvent à l'air et tombent quelquefois en poussière peu de jours après la fabrication.

Matières premières employées pour la fabrication des ferro-silicium du commerce. — Les matières premières types employées dans la fabrication des ferro-silicium sont : le quartz très pur, le coke métallurgique et les battitures de fer. Mais, par suite de conditions économiques locales, et en vue d'abaisser le prix de revient de l'alliage fabriqué, certaines usines remplacent un ou plusieurs des trois composants ci-dessus par d'autres produits pouvant remplir le même but. Le quartz est souvent remplacé par du sable siliceux ou du grès nature contenant de 80 à 90 pour 100 de silice. Aux battitures de fer on peut substituer du minerai de fer siliceux ayant une faible valeur marchande et les scories métallurgiques, dont quelques-unes, comme les scories des fours à réchauffer, qui sont du silicate de fer à peu près pur, constituent une très bonne matière première pour la fabrication du ferro-silicium. Le coke peut lui-même être remplacé par de l'anthracite ou du charbon de bois.

Enfin certaines usines électrométallurgiques ont le privilège d'être à portée de mines d'anthracite contenant une très forte proportion de cendres, lesquelles sont composées en majeure parie de silice et d'oxyde de fer. Ces anthracites, impropres aux usages habituels et partant d'un très bas prix, représentent une très bonne matière première pour la fabrication du ferro-silicium, attendu qu'ils contiennent à la fois la silice, l'oxyde de fer et le carbone pour la réduction; il suffira dans ce cas de compléter les proportions de carbone, silice ou fer, selon les résultats du calcul du lit de fusion.

L'usage du four électrique permet l'emploi du réducteur à l'état de poussière, ce qui présente un certain avantage économique, car les combustibles en poudre ont généralement une moindre valeur que les combustibles en roche ou granulés.

Calcul des lits de fusion. — Le calcul du lit de fusion, lorsque l'on emploie comme matières premières du quartz pur, du coke et des battitures de fer, est extrêmement simple, car la marche dans ce cas est absolument sans laitier. Il suffit alors d'appliquer la formule chimique

$$SiO^2 + 2C + nFe = nFeSi + 2CO.$$

La proportion du carbone et du quartz est constante quelle que soit la teneur de l'alliage à produire. La teneur de cet alliage s'obtient par une proportion convenable des battitures de fer.

En pratique on constate que la formule théorique ci-dessus ne s'applique pas rigoureusement, et qu'elle donne un lit de fusion où le coke fait défaut; cela provient de ce qu'une partie du coke s'oxyde au contact de l'air avant la descente du mélange dans le four. Cette oxydation au contact de l'air peut varier d'un système de four à un autre, et aussi avec la densité de puissance adoptée; elle n'est jamais très importante. Pratiquement on tient compte de l'oxydation du coke en prenant pour poids du coke un poids égal à celui de l'oxygène du minerai à réduire. Cette règle empirique très simple, imaginée par l'auteur et appliquée par lui, a toujours donné des résultats satisfaisants lorsque l'on emploie le coke comme réducteur. Elle donne des résultats trop forts en carbone lorsqu'on l'applique à de l'anthracite à plus de 90 pour 100 de carbone fixe, et des résultats trop faibles lorsqu'on l'applique à du charbon de bois.

Pendant le traitement du mélange au four électrique une partie du silicium produit est volatilisée, et par conséquent se trouve perdue pour la coulée. On peut diminuer de beaucoup cette perte par volatilisation,

grâce à une conduite judicieuse du four, sans toutefois l'annuler complètement.

La perte de silicium par volatilisation peut varier suivant le cas de 1 à 25 pour 100 du silicium total. Ces chiffres montrent l'importance de la bonne conduite des fours et du choix judicieux de leurs constantes.

Le calcul d'un lit de fusion en vue de la production de ferro-silicium à 5 pour 100 de silicium en partant de quartz pur, à 96 pour 100 de SiO^2, de coke ordinaire à 90 pour 100 de carbone fixe et de tournure de fer non oxydée, est ensuite développé par l'auteur; nous renvoyons au mémoire original pour ce calcul.

Différents systèmes de fours employés pour la fabrication des ferro-silicium. — Tous les fours électriques susceptibles de donner une haute température, sauf les fours à induction, peuvent être employés à la fabrication du ferro-silicium.

Dans l'industrie on emploie actuellement pour cette fabrication les fours suivants :

1° Les fours à une seule électrode mobile;

2° Les fours à deux électrodes en série, avec ou sans sole conductrice;

3° Des fours triphasés à trois électrodes mobiles, dont la disposition générale est analogue à la précédente, mais avec trois électrodes au lieu de deux;

4° Des fours triphasés, du système de l'auteur, à deux seules électrodes mobiles, la troisième fixe dans la sole étant inusable;

5° Des fours à résistance sans électrodes mobiles.

Ces fours sont alimentés par des courants continus ou alternatifs; tous les fours qui possèdent des électrodes mobiles pour le réglage de l'intensité peuvent être desservis par des machines à tension constante, et peuvent être construits pour toutes les puissances. Les fours à électrodes fixes, au contraire, ne donnent un bon fonctionnement qu'avec des appareils de grande puissance et exigent des machines à tension variable, le réglage de la puisssance absorbée par le four s'obtenant, dans ce cas, en faisant varier la tension de la machine qui oscille habituellement entre 200 et 500 volts, alors que les fours mobiles absorbent une tension variant généralement de 25 à 50 volts mesurés entre l'électrode mobile et le bain de métal.

Les creusets des fours à ferro-silicium sont du type ouvert, c'est-à-dire à libre dégagement des gaz de réduction, à la partie supérieure du four, tout autour des électrodes. Ils sont de faible profondeur, et constitués par un garnissage siliceux et avec de préférence une sole en charbon. Les électrodes ont une longueur et une section appropriée à la puissance du four avec des dispositions de connexion et de protection analogues à celles décrites antérieurement par l'auteur (¹).

Densité de puissance utilisée. — La puissance totale mise en œuvre dans le four, rapportée à la capacité intérieure du creuset, donne la puissance par unité de volume ou densité de puissance. En réalité, comme la hauteur du four est une donnée peu variable d'un four à l'autre, on pourrait substituer à la densité de puissance la densité de courant par unité de section; cependant la première grandeur répond mieux aux besoins de la pratique.

Il y a intérêt dans la pratique à faire varier la densité de puissance avec la teneur en silicium de l'alliage. Pour des teneurs ne dépassant pas 30 pour 100 de silicium, la densité de puissance la plus convenable est celle qui est comprise entre 250 et 300 watts par décimètre cube de capacité intérieure du four, tandis que cette puissance peut avantageusement être portée à 350 watts pour les alliages de 50 pour 100, à 400 watts pour les alliages plus riches, en prenant les précautions nécessaires pour éviter les volatilisations de matières.

Fabrication des ferro-silicium a haute teneur par enrichissements successifs. — Au début de la fabrication des ferro-silicium, et avant que les électrométallurgistes soient arrivés à la parfaite connaissance de leur science et de leur art, il se produisait des volatilisations très importantes de matières premières. Ces volatilisations augmentaient avec la densité de puissance et la teneur en silice du mélange, ce qui faisait dire à certains auteurs que la densité de puissance du four devait décroître avec l'augmentation de la teneur en silicium dans le métal.

Pour éviter cette volatilisation de matière dans la fabrication des alliages riches, quelques industriels ont, à l'origine, produit les ferro-silicium riches en opérant par fusions successives.

On faisait tout d'abord du ferro-silicium à 25 pour 100 de silicium, et le produit de cette première coulée après refroidissement était concassé, mélangé avec la quantité nécessaire de quartz et de coke pour donner à la refonte un produit contenant environ 50 pour 100 de silicium, et ce ferro-silicium à 50 pour 100 de Si était lui-même passé à nouveau au four avec une addition de quartz et de coke pour produire une teneur supérieure.

On obtenait par ce système un assez bon rendement en matières premières, mais le rendement final par énergie consommée était faible et la main-d'œuvre élevée; pour ces diverses raisons le procédé doit être à l'heure actuelle complètement abandonné, après avoir été appliqué sur une très grande échelle, dans une des plus importantes usines des Alpes.

Énergie consommée dans la fabrication des ferro-silicium. — En pratique, on exprime l'énergie consommée dans les fabrications, ou le rendement des fours électriques, de plusieurs manières différentes qui sont les suivantes :

a. Kilogramme de métal produit par kilowatt-jour de vingt-quatre heures absorbé;

b. Kilogramme de métal produit par kilowatt-heure absorbé;

c. Kilowatt-heure absorbé pour la production d'une tonne de métal;

d. Kilowatt-an par tonne de métal produit;

e. Tonnes de métal produit par kilowatt-an de trois cent cinquante jours consommés.

Entre ces différentes expressions il existe les relations suivantes, qui permettent de passer facilement de l'une à l'autre :

$$a = b \times 24 = \frac{24\,000}{c} = \frac{2,86}{d} = e \times 2,86 \text{ ou } \frac{e}{0,35};$$

(¹) *Bulletin technologique* de février 1910.

et

$$b = \frac{a}{24} = \frac{1000}{c} = \frac{0,119}{d} = \frac{e}{8,4};$$

$$c = d \times 8400 = \frac{1000}{b} = \frac{24000}{a} = \frac{68700}{e};$$

$$d = \frac{e}{8400} = \frac{1}{e} = \frac{2,86}{a} = \frac{0,119}{b};$$

$$e = a \times 0,35 = \frac{1}{d} = b \times 8,4 = \frac{68700}{c}.$$

L'énergie consommée varie dans le même sens que la teneur en silicium du métal. Le choix des matières premières influe également sur le rendement, ainsi que le procédé adopté, la densité de puissance, la tension et la conduite du four.

La substitution des minerais de fer aux battitures a pour effet de diminuer le rendement, mais l'emploi des scories métallurgiques qui contiennent le fer à l'état d'oxyde ferreux augmente la production du four pour une même puissance. L'emploi des scories métallurgiques et notamment des scories de four à réchauffer présente également un autre avantage. La silice se trouve alors combinée à l'oxyde de fer, et le silicate résultant est beaucoup plus fusible que la silice elle-même. La réduction, qui s'opère dans le four électrique entre le carbone solide et l'oxyde fondu, se fait à une température modérée, d'où une volatilisation de matière très réduite et une meilleure utilisation de la chaleur développée dans le four.

Pour une bonne marche industrielle, les rendements en énergie sont résumés dans le Tableau ci-après :

Matières premières employées.	Teneur en Si produite.	*a* kilogr. par kilowatt-jour.	*b* kilogr. par kilowatt-heure.	*c* kilowatt-heure par tonne.	*d* kilowatt an par tonne.	*e* Tonnes par kilowatt-an.
Quartz pur, coke et tournure de fer.	25	6	0,25	4000	0,476	2,1
	50	3	0,125	8000	0,952	1,05
	75	2	0,083	12000	1,43	0,70
Scorie de four à réchauffer et coke.	25	6	0,25	4000	0,476	2,1
Scories de four à réchauffer, charbon de bois et pierre siliceuse.	30	5	0,207	4800	0,572	1,75
	35	4,3	0,179	5600	0,665	1,50
	50	3	0,125	8000	0,952	1,05
Quartz et minerai de fer, coke ou anthracite.	25	5	0,207	4800	0,572	1,75
	50	2,50	0,104	9600	1,144	0,875
Par enrichissement du ferro-silicium à 25 pour 100.	50	2,50	0,104	9600	1,144	0,875

PRIX DE REVIENT DES FERRO-SILICIUM. — Les prix de revient des ferro-silicium peuvent présenter, pour une même teneur, de grandes variations d'une usine à l'autre, par suite des conditions locales et des procédés employés.

L'auteur se borne à donner les prix de revient moyens dans les conditions économiques les plus générales, et pour une usine de 10000 poncelets de puissance moyenne utilisable, employant des fours ordinaires à électrodes de 1000 poncelets chacun.

Les prix de revient se répartissent alors comme suit :

1° *Par tonne de ferro-silicium à 25 pour 100 de* Si.

	fr
Dépenses générales	4 »
Énergie à 50 fr le kilowatt-an (0,476 kilowatt-an)	23,70
Matières premières :	
Électrodes à 35 fr les 100 kg (30 kg)	10,50
Quartz à 6 fr la tonne (900 kg)	5,40
Coke à 36 fr la tonne (400 kg)	14,40
Tournure de fer à 60 fr la tonne	47 »
Matières diverses	1 »
Emballage	6 »
Entretien du matériel	6 »
Main-d'œuvre	15 »
Amortissement	4 »
Totaux	137 »

2° *Par tonne de ferro-silicium à 50 pour 100 de* Si.

	fr
Dépenses générales	8 »
Énergie à 50 fr le kilowatt-an (0,952 kilowatt-an)	47,40
Matières premières :	
Électrodes à 35 fr les 100 kg (50 kg)	17,50
Quartz à 6 fr la tonne (1850 kg)	11,10
Coke à 36 fr la tonne (825 kg)	29,70
Tournure de fer à 60 fr la tonne (525 kg)	31,50
Matières diverses	1,50
Emballage	6 »
Entretien du matériel	9 »
Main-d'œuvre	25 »
Amortissement	7 »
Totaux	193,70

BISMUTH.

Raffinage électrolytique du bismuth [1].

Le raffinage électrolytique du plomb, d'après le procédé Bett, donne des boues anodiques qui renferment surtout du bismuth à côté de l'argent. Il était intéressant de trouver une méthode permettant de raffiner par électrolyse ce bismuth. Il fallait pour cela trouver un électrolyte dans lequel ce métal se sépare sous une forme dense et dans lequel les potentiels de séparation des différents métaux en présence soient suffisamment éloignés pour que le bismuth se dépose seul à la cathode, le plomb restant en solution et l'argent passant à l'état de boue anodique.

H.-J.-S. Sand a indiqué, pour séparer le plomb et le bismuth, l'emploi d'une solution de tartrate acidulée d'acide nitrique. Le bismuth se dépose à l'état dense à la cathode. Mais la différence des potentiels du plomb et du bismuth (0,23 volt en solutions équivalentes) est insuffisante pour assurer la séparation du bismuth pur quand l'électrolyte s'est enrichi en plomb.

Les auteurs ont trouvé que l'électrolyse en solution fluosilicique donne de très bons résultats. Ils préparaient une solution renfermant 60 g à 80 g de bismuth par litre en chauffant longtemps de l'acide fluosilicique de poids spécifique 1,3 avec du carbonate de bismuth basique

(1) F. FŒRSTER et SCHWABE, *Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XVI, 15 avril 1910, p. 279.

séparé des solutions de bismuth à l'aide du carbonate de soude. Comme anodes, ils prenaient deux plaques rectangulaires coulées en bismuth commercial. Parallèlement et entre ces deux plaques, on disposait comme cathode une plaque mince de cuivre. Des deux côtés de la cathode se trouvaient de petits agitateurs en verre mus par un électromoteur.

A la température de 18° C., le bismuth se dépose à l'état dense sous une belle forme cristalline et en couche régulière, lorsqu'on emploie une densité de courant de 0,4 à 0,8 ampère par centimètre carré et une faible agitation de l'électrolyte. Avec 1,2 ampère par centimètre carré il se sépare de gros cristaux et le bismuth présente quelques excroissances. Dans les mêmes conditions le bismuth devient spongieux pour une densité de courant de 1,5 ampère par centimètre carré. En chauffant de 60°C. à 70°C., tout en agitant lentement, cette dernière densité de courant peut encore être employée et l'on obtient un beau dépôt de bismuth dense. On peut même atteindre 2 ampères par centimètre carré en agitant plus fortement le liquide.

En ajoutant de l'eau à l'électrolyte de façon à abaisser à 26^g par litre la teneur en bismuth, on obtenait encore un bon dépôt à la température ordinaire en employant une densité de courant de 0,4 ampère par centimètre carré et une forte agitation. Le rendement en quantité était alors théorique dans tous ces cas, en supposant le bismuth trivalent.

Pour comparer les potentiels du plomb et du bismuth en solution fluosilicique, on prépara des solutions en partant d'acide fluosilicique de poids spécifique 1,3. Dans l'une on dissolvait 0,5 atome-gramme de plomb par litre et dans l'autre 0,33 atome-gramme de bismuth (par addition de carbonate basique). On obtenait alors les potentiels suivants :

Pb | $PbSiF^6$ (solution normale) .... $\varepsilon_h = +0{,}144$ volt
Bi | $Bi^2(SiF^6)^3$ (solution 0,65 normale).. $\varepsilon_h = -0{,}295$ —

Pendant l'électrolyse avec vive agitation et une densité de courant cathodique de 0,7 ampère par centimètre carré, on observait un potentiel de + 0,163 volt pour le plomb et de — 0,245 volt pour le bismuth. L'écart des potentiels reste donc sensiblement le même pendant que le courant passe. Le potentiel de l'argent en solution de fluosilicate n'a pas été déterminé mais il doit être, comme pour le plomb, voisin de celui de la solution de nitrate, soit d'environ — 0,77 volt pour la concentration normale en argent.

Le raffinage électrolytique du bismuth en solution de fluosilicate doit donc s'effectuer aussi aisément que celui de l'argent en solution de nitrate, la différence des potentiels de l'argent et du cuivre étant 0,47 volt, pendant que celle du plomb et du bismuth atteint 0,44 volt.

En fait, on trouve qu'un dépôt de bismuth de plusieurs millimètres d'épaisseur ne renferme pas du tout de plomb. Pour le démontrer, on a pris une solution renfermant pour 100 cm³, 4,5 g de bismuth et 4,5 g de plomb. On a électrolysé à 0,4 ampère par centimètre carré une anode brute de bismuth jusqu'à obtention d'un dépôt cathodique de 1 mm d'épaisseur. Dans 1 g du dépôt on n'a pu déceler aucune trace de plomb. En pratique, on ne se trouve pas en présence d'une si grande concentration de l'électrolyte en plomb ni d'une si faible concentration en bismuth, car il est très facile de précipiter le plomb par l'acide sulfurique et d'augmenter la teneur en bismuth par addition de carbonate basique de ce métal. L. J.

PLOMB.

Électrodéposition du plomb (1).

Le dépôt électrolytique du plomb présente de réelles difficultés au point de vue de l'adhérence. L'électrolyse du nitrate ou de l'acétate ne procure qu'un dépôt peu adhérent; l'addition de gélatine n'a pas d'effet; l'électrolyse du fluosilicate en présence d'acide fluosilicique et d'un peu de gélatine, procédé breveté de Betts, donne de meilleurs résultats.

Un procédé nouveau repose sur l'électrolyse du perchlorate, en présence d'acide perchlorique et de gélatine impure, ou mieux de peptone. Le dépôt à la cathode est adhérent, non cristallin, épais, tandis que l'anode de plomb se dissout régulièrement. Pour un bain composé de 5 pour 100 de plomb, 5 d'acide perchlorique, 0,05 de peptone, la densité du courant sera de 2 à 3 ampères par 100 cm², à condition d'assurer l'agitation suffisante du bain. Il faut éviter la présence de traces d'acide chlorhydrique, de chlore ou de sels de baryum, provenant du mode de préparation de l'acide perchlorique. Comme celui-ci disparaît en partie, on le régénère en traitant la solution de perchlorate par de l'acide sulfurique, filtrant et envoyant le filtratum dans le bain.

(1) *La Technique moderne*, t. II, décembre 1910, p. 713.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Circulaire et arrêté déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes à M. le Préfet du département d............

Paris, le 21 mars 1911.

J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint ampliation d'un arrêté en date du 21 mars 1911 par lequel j'ai déterminé, conformément à l'article 19 de la loi du 15 juin 1906 et après avis du Comité d'électricité, les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique au point de vue de la sécurité des personnes et des services publics intéressés.

Je vous adresse en même temps les instructions nécessaires pour vous permettre d'en assurer l'application.

Dispositions générales. — Le nouvel arrêté et la présente circulaire abrogent et remplacent l'arrêté et la circulaire du 21 mars 1910 (1).

L'arrêté s'applique à tous les ouvrages des distributions empruntant en un point quelconque de leur parcours le domaine public, ainsi qu'aux ouvrages des distributions établies exclusivement sur des terrains privés et s'approchant à moins de 10 m de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante; mais il ne s'applique ni aux usines de production d'énergie, ni aux ouvrages d'utilisation situés dans les usines ou autres immeubles. Ces usines ou ouvrages d'utilisation sont soumis aux dispositions du décret du 11 juillet 1907, édicté en exécution de la loi du 12 juin 1893-11 juillet 1903 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels.

L'arrêté ne contient aucune prescription relative à la protection des sites que mentionne l'article 19 de la loi du 15 juin 1906. Je ne doute pas que les ingénieurs auront le plus grand souci de veiller à ce que l'établissement des ouvrages d'une distribution ne compromette pas le caractère artistique ou pittoresque des monuments, des paysages ou des rues des villes; il peut néanmoins être utile, toutes les fois que la situation le comportera, de consulter les fonctionnaires ou les commissions chargés, dans chaque circonscription administrative, de veiller à la conservation des monuments et des sites.

A cet égard, il sera bon que les ingénieurs se mettent en rapport avec l'architecte départemental lorsque les projets seront de nature à modifier l'aspect des rues ou des promenades des villes. Si les travaux projetés intéressent un immeuble classé parmi les monuments historiques, en vertu de la loi du 30 mars 1887, ils pourront utilement faire appel à l'architecte ordinaire des monuments historiques; s'ils intéressent un paysage pittoresque, il y aura lieu, pour vous, de saisir la commission instituée dans votre département par la loi du 21 avril 1906 sur la conservation des sites et des monuments naturels.

Dispositions spéciales. — L'arrêté technique est divisé en cinq chapitres correspondant aux diverses questions que soulèvent l'établissement et l'exploitation des ouvrages de distribution.

Le Chapitre I contient les dispositions générales applicables à tous les ouvrages de distribution et donne lieu de ma part aux observations suivantes :

Article premier. — Les distributions sont classées en deux catégories, suivant la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre. Les dispositions adoptées sont les mêmes que celles du décret du 11 juillet 1907 relatif à la sécurité des travailleurs dans les établissements industriels qui mettent en œuvre des courants électriques.

Il ne faut pas toutefois conclure de cette classification que seuls les ouvrages de la deuxième catégorie peuvent présenter des dangers; les limites indiquées pour la tension maximum de la première catégorie correspondent aux installations usuelles, qui ne donnent lieu à des accidents que très exceptionnellement, mais il a été constaté que, dans certaines circonstances spéciales, des courants dont la tension est très inférieure à la limite adoptée ont occasionné des électrocutions. Vous aurez à tenir compte de ce fait dans l'étude des installations de première catégorie.

Art. 3. — L'état de conservation des supports en bois portant des lignes de la deuxième catégorie devra être l'objet de vérifications fréquentes, surtout au voisinage des traversées de voies publiques, de voies ferrées, ainsi que des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux.

Art. 4. — Les essais des isolateurs ne peuvent être pratiquement faits sur une ligne établie; conformément à la pratique courante de l'industrie, les isolateurs seront essayés à l'usine avant livraison; le service du contrôle pourra exiger la production du procès-verbal des essais.

Art. 5. — Le point le plus bas des conducteurs de la première catégorie a été maintenu à 6 m à la traversée des voies publiques, mais à la condition que le minimum de 6 m soit observé strictement, même pendant les plus grandes chaleurs de l'été, de façon qu'il n'en résulte jamais de gêne pour la circulation (§ 2).

Il n'est fait d'exception que dans le cas où, à la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques, une hauteur moindre peut être admise, pourvu que la sécurité soit assurée par un dispositif spécial de protection, mais sans que la hauteur libre de 4,30 m, à réserver au-dessus de la chaussée, puisse être diminuée.

Dans les parties en courbe des voies publiques, les poteaux ou pylônes devront être plus rapprochés que dans les alignements droits pour diminuer l'empiètement en projection horizontale des conducteurs sur la voie publique; il importe d'éviter des contacts possibles avec les chargements élevés.

L'arrêté du 15 septembre 1893 fixait à 60° l'angle minimum pour la traversée des routes par les conducteurs d'énergie. Ce minimum a été abaissé à 30° (§ 4) afin de réduire le plus possible l'angle de la brisure dans la direction générale de la ligne de distribution. Cette brisure constitue, en effet, malgré la consolidation des supports, un point faible dans les canalisations. La disposition adoptée améliorera les conditions de la sécurité.

Si des condcteurs d'énergie sont établis le long d'une voie publique qui en croise une autre sous un angle inférieur à 30°, il n'y aura pas lieu de modifier leur alignement à la traversée (§ 4).

Les épissures et soudures interdites dans la traversée des voies

(1) Il est rappelé que l'arrêté du 21 mars 1910 abrogeait et remplaçait toutes les instructions techniques antérieurement en vigueur, notamment l'arrêté préfectoral du 15 septembre 1893, les instructions techniques annuelles émanant de l'Administration des Postes et des Télégraphes et les dispositions techniques de l'instruction du 1er février 1907, relative à la traversée des chemins de fer.

publiques et dans les portées contiguës peuvent être autorisées à titre provisoire comme moyens de réparation (§ 5).

Les supports des distributions de la deuxième catégorie devront porter l'inscription « Danger de mort » substituée à l'inscription « Dangereux ». Le danger de mort est réel et doit être explicitement signalé (§ 6 *c*).

Lorsque des conducteurs d'énergie longent un toit en pente ou passent au-dessus, la distance à laquelle il doit être de ce toit a été portée à 2 m, s'ils sont de la deuxième catégorie. Cette distance est portée à 3 m lorsque les toits sont en terrasse, quelle que soit la catégorie à laquelle appartiennent ces conducteurs (§ 7).

Lorsque des conducteurs de la première catégorie seront portés par les mêmes supports que des conducteurs de la deuxième catégorie, il y aura lieu d'en vérifier avec le plus grand soin les conditions d'établissement et d'entretien, en particulier au voisinage des traversées de voies publiques et de voies ferrées, ainsi que des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux.

Art. 6. — L'article 6 définit les conditions dans lesquelles doivent être calculées les dimensions de tous les ouvrages des distributions. Il y a lieu de tenir compte dans ce calcul non seulement des charges permanentes que les organes ont à supporter, mais aussi des charges accidentelles qui peuvent se produire sous l'action du vent. Ces charges accidentelles peuvent d'ailleurs varier suivant la température. Par les temps froids, la flèche des conducteurs diminue, ce qui est défavorable à la solidité, mais par contre, en général, dans ces circonstances, la violence du vent n'atteint pas le maximum constaté avec des températures moyennes. Il conviendra de faire le calcul dans les deux hypothèses et de retenir le résultat trouvé dans le cas le plus défavorable.

Dans ce calcul il n'y a pas lieu de faire l'hypothèse d'une couche de verglas recouvrant les conducteurs, car cette couche ne se produit que très exceptionnellement en pratique à raison de la chaleur développée par le passage même du courant.

Art. 7. — Dans les distributions de deuxième catégorie, les accidents présentent un caractère particulier de gravité et peuvent nécessiter la coupure du courant dans le plus bref délai possible. A cet effet, l'article 7 prévoit que chaque agglomération importante doit être reliée par un moyen de communication directe à l'usine génératrice ou au poste le plus voisin muni d'appareils de coupure. L'entrepreneur peut, pour réaliser cette liaison, faire usage d'une ligne téléphonique, ou avoir recours à d'autres moyens, par exemple munir le personnel de surveillance de moyens de transport rapide (automobiles, bicyclettes, etc.). Il appartiendra au service du contrôle d'apprécier les propositions faites à cet effet par l'entrepreneur.

Dans les cas où la distribution est munie d'appareils de coupure à l'entrée de chaque agglomération, l'installation pourra être considérée comme répondant à la prescription de l'article 7, à la condition toutefois que l'entrepreneur ait pris toutes les mesures nécessaires pour que ces appareils puissent être manœuvrés efficacement quand il en sera besoin.

Art. 8. — L'armure métallique d'un câble souterrain peut suffire comme protection mécanique de celui-ci.

Le Chapitre II détermine les conditions spéciales auxquelles doivent satisfaire les ouvrages de distribution à la traversée des cours d'eau (Section I) et des lignes de chemin de fer (Section II) et les ouvrages servant à la traction par l'électricité (Section III).

La Section I s'applique aux traversées des cours d'eau; la rédaction de l'arrêté du 21 mars 1910 a été maintenue.

La Section II est relative aux traversées de chemins de fer; les prescriptions de l'arrêté du 21 mars 1910 ont été maintenues presque intégralement. Je signale les points suivants :

Art. 24. — Le paragraphe 1er de l'article 24 ne classe plus les passages à niveau parmi les points qui doivent être choisis de préférence pour la traversée des chemins de fer. La traversée aux passages à niveau crée, en effet, un risque pour la circulation publique. Il peut être avantageux toutefois, au lieu d'établir une traversée en pleine voie, de la placer à proximité d'un passage à niveau pour qu'elle puisse être surveillée par le garde-barrière. Mais ce n'est pas là une obligation; il appartient aux services de contrôle d'adopter la solution la plus conforme aux intérêts en présence.

Le paragraphe 2 correspond à l'article 8 de l'ancienne instruction du 1er février 1907, mais il a reçu une rédaction un peu différente afin de bien préciser que les appareils de coupure ne doivent pas nécessairement être établis dans le voisinage immédiat de la traversée; il suffit que l'installation soit faite de manière qu'il soit possible de couper facilement le courant dans la traversée.

Art. 25 et 26. — Conformément à l'avis déjà donné précédemment par le Comité d'électricité, il ne m'a pas paru nécessaire de fixer une limite pour la densité maxima du courant dans les canalisations aériennes et souterraines. Les nécessités industrielles obligent, en effet, les entrepreneurs à adopter des densités de courant bien inférieures à celles qui pourraient compromettre la sécurité.

En outre des deux points que je viens de rappeler, je vous signale de nouvelles questions relatives à l'article 25.

Art. 25, § 1er. — L'arrêté du 21 mars 1910 prescrivait d'une façon absolue que toute canalisation aérienne qui n'emprunte pas un ouvrage d'art doit franchir les voies ferrées d'une seule portée. La rédaction nouvelle est moins absolue; elle indique en effet que cette prescription doit être observée « autant que possible ». Cette modification vise les cas particuliers, comme celui des abords des gares où il peut y avoir un grand nombre de voies à traverser. Dans ce cas, il y a intérêt, au point de vue de la sécurité, à avoir un ou même, s'il y a lieu, plusieurs supports intermédiaires.

Le même paragraphe permet de franchir les voies ferrées suivant une direction aussi voisine que possible de la normale et, en tout cas, suivant un angle d'au moins 60°. A cet égard, il convient d'éviter que cette prescription n'amène à faire de la traversée et des portées contiguës une ligne brisée et à diminuer ainsi la solidité de la traversée. Il y a lieu d'éviter cet inconvénient et d'établir, autant que possible en ligne droite, la traversée et les portées contiguës.

Art. 25, § 4. — La circulaire du 21 mars 1910 indiquait que le Comité d'électricité continuait l'étude générale des traversées de chemins de fer et, en particulier, celle des isolateurs doublés.

Après étude approfondie, le Comité estime qu'il n'y a pas lieu d'imposer un dispositif d'une manière exclusive. Il a reconnu qu'il existe un grand nombre de dispositifs satisfaisants permettant de doubler les conducteurs, soit dans toute la portée de la traversée, soit au droit des isolateurs seulement. Il a donc estimé qu'il y avait lieu de les signaler, sans en imposer aucun.

Une planche schématique [1] avec légende donne les explications nécessaires sur 10 dispositifs qui ont paru présenter une bonne garantie au point de vue de la sécurité.

---

[1] Il n'est pas possible matériellement de reproduire les dessins de cette planche dans les colonnes du *Journal officiel*. Les dessins de cette planche sont accompagnés des légendes suivantes :

Légende de la planche.

a. Deux isolateurs sont placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre sur chaque support de la traversée. Le fil de ligne passe sur un des isolateurs. Un fil court est fixé à l'autre isolateur et relié au fil de ligne par deux ligatures soignées de part et d'autre de l'autre isolateur. De cette manière, le fil de ligne et son isolateur d'une part, le fil court et le deuxième isolateur d'autre part, travaillent en parallèle.

b. Même dispositif, mais avec l'isolateur n° 2 placé au-dessus et non à côté de l'isolateur n° 1. Ce deuxième isolateur devait être d'un type plus résistant et éprouvé au double de la tension des isolateurs normaux de la ligne.

c. Avec trois isolateurs sur chaque support de la traversée.



ART. 25, § 5. — La rédaction du 21 mars 1910 a été modifiée en précisant que le cadre était métallique, qu'il était placé à 50 cm au moins en avant des isolateurs et qu'il devait être mis en terre. Ce dispositif doit assurer la mise à la terre des conducteurs eux-mêmes en cas de rupture des isolateurs ou des conducteurs en un point quelconque de la traversée.

ART. 25, § 7. — Le Comité d'électricité, prenant en considération un avis fréquemment exprimé dans l'enquête qu'il a faite, a réduit de 10 à 5, comme dans le règlement suisse, le coefficient de sécurité des organes constituant la superstructure, c'est-à-dire en somme des supports; les isolateurs étant jusqu'à nouvel ordre laissés de côté au point de vue des conditions que doit offrir leur résistance mécanique.

La circulaire du 21 mars 1910 avait supprimé les interprétations abusives en vertu desquelles on exigeait les coefficients de sécurité de 5 et 10 dans l'hypothèse où tous les conducteurs étaient rompus d'un même côté. Mais cette circulaire se bornait à déclarer que ce coefficient devait être notablement supérieur à l'unité. L'expérience a démontré la nécessité de préciser la valeur de ce coefficient : cette valeur est fixée à 1,25.

ART. 25, § 8. — Ce paragraphe est nouveau. Il vise les distributions de deuxième catégorie qui traversent les lignes de chemins de fer. Pour ces lignes, le nouvel arrêté interdit l'emploi des poteaux et pylônes en bois dans la traversée et les portées immédiatement contiguës. En outre, il porte de 3 mm (minimum fixé par l'article 5, § 3) à 4 mm le diamètre des conducteurs quand les supports ne sont distants que de 40 m au maximum, et à 5 mm si la portée est plus grande.

Toutefois, si le conducteur, dans la traversée et ses abords, a un diamètre inférieur aux minima ci-dessus indiqués, il pourra être conservé à la condition d'être doublé par un autre dans la portée de la traversée et de lui être réuni par des attaches convenables. Cette autorisation a pour objet d'éviter dans le voisinage de la traversée la présence d'épissures qui constituent toujours des points faibles dans les lignes.

Je dois encore appeler votre attention sur les dispositifs spéciaux de protection qui sont parfois employés pour la traversée des lignes de chemins de fer et sur l'interprétation qu'il convient de donner à la circulaire du 5 septembre 1908 qui a traité cette question.

Cette circulaire porte envoi du modèle d'arrêté préfectoral autorisant la traversée des voies ferrées, et elle traite surtout des questions administratives que comporte la rédaction de cet arrêté. Toutefois, voulant citer un exemple de dispositions spéciales qui peuvent être reconnues nécessaires, en dehors des prescriptions de l'arrêté technique, elle indique les coffrages placés parallèlement à la voie ferrée et qui entourent sur trois côtés les lignes télégraphiques, etc., pour préserver ces lignes de tout contact dangereux avec les conducteurs d'énergie, si ces derniers viennent à se rompre. Certains intéressés en ont conclu que mon administration imposait ou recommandait l'emploi de ce coffrage.

Cette question a été soumise tout particulièrement à l'examen approfondi du Comité d'électricité, et ses conclusions peuvent se résumer de la façon suivante :

Il y a lieu de maintenir la suppression des filets qui aujourd'hui paraît justifiée par l'expérience, tant en France qu'à l'étranger. Toutefois, si, dans le cas d'installations de deuxième catégorie, les intéressés sont d'accord pour demander l'établissement d'un dispositif spécial de protection, il convient de satisfaire à leur désir.

Il peut y avoir deux types de dispositifs consistant : l'un dans un protecteur longitudinal parallèle aux voies ferrées; l'autre dans un protecteur transversal aux voies ferrées.

Protecteur longitudinal. — Le protecteur longitudinal se place au-dessus des fils télégraphiques, téléphoniques et de signaux; il consiste en un grillage formant nappe horizontale, à maille de 20 cm environ. Ce grillage doit avoir une largeur suffisante pour déborder les fils protégés, de façon qu'en cas de chute des conducteurs d'énergie, ces conducteurs ne puissent venir en contact avec les fils. Sa longueur, en dehors de la projection des conducteurs d'énergie, doit être égale à la distance séparant le grillage du conducteur d'énergie le plus élevé. Enfin ce grillage doit être relié à la terre et supporté par quatre poteaux qui peuvent être en bois.

Le dispositif qui vient d'être appliqué est différent du *coffrage* qui est cité par la circulaire du 5 septembre 1908, parce que l'expérience a démontré les inconvénients du « coffrage », notamment au point de vue de l'entretien des fils télégraphiques, téléphoniques et de signaux.

Protecteur transversal. — Le protecteur transversal se place au-dessous des conducteurs d'énergie et ses dispositions devront satisfaire aux prescriptions suivantes :

a. Il sera en forme d'U ou de V ouvert pour retenir les conducteurs s'ils viennent à tomber.

b. Les mailles du filet auront au moins 40 cm, de manière à ne pas retenir la neige et le verglas.

c. Un intervalle d'au moins 1 m le séparera partout du point le plus bas des conducteurs électriques et les dispositions seront telles que, quel que soit le vent, il ne puisse y avoir de contact accidentel entre les conducteurs et le filet.

d. Le filet sera muni d'une bonne communication avec le sol.

e. Le coefficient de sécurité de l'installation du filet sera égal à 10.

f. Dans le calcul prévu par l'article 25, paragraphe 7 de l'arrêté, en ce qui concerne le filet, on supposera que toutes les pièces de l'installation sont recouvertes par une couche de verglas de 5 mm d'épaisseur dans l'hypothèse de la température minimum de la région (art. 6, § 1 *b*, de l'arrêté du 21 mars 1910).

Les trois isolateurs sont placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre dans le sens perpendiculaire au fil de ligne. L'isolateur du milieu supporte le fil de ligne qui est ininterrompu.

A droite un fil court, fixé d'une part à l'isolateur de droite, d'autre part au fil de ligne par une ligature faite du côté de la traversée. A gauche un deuxième fil court, fixé de même à l'isolateur de gauche et au fil de ligne.

d. Même dispositif; mais chaque fil court est fixé avec fil de ligne par deux ligatures, l'une du côté traversée, l'autre sur la portée contiguë, de façon à équilibrer la traction sur chaque isolateur.

e. Trois isolateurs en triangle horizontal, le sommet du côté opposé à la traversée.

Le câble de ligne est fixé sur chaque support à deux de ces isolateurs en série. Un deuxième câble, dit *câble porteur*, de même section et métal que le câble de lignes, le double dans la traversée. Ce câble porteur est ligaturé au câble de ligne juste avant le support de la traversée, s'attache à l'isolateur de ligne placé du côté opposé à la traversée, s'attache ensuite à un isolateur spécial à ce câble, puis rejoint le câble de ligne auquel il est jonctionné tous les mètres.

La tension de chacun des deux câbles qui constituent la traversée est moitié de la tension du câble opposé à la traversée de manière à équilibrer les efforts sur le support.

Sur toute la longueur de la traversée, les jonctions sont de simples ligatures en fil de bronze, mais aux deux extrémités avant d'arriver aux supports, les deux câbles sont réunis par un joint spécial.

Ils sont également réunis par un joint spécial en dehors du support du côté opposé à la traversée.

f. Chaque conducteur est remplacé par un système de deux conducteurs câblés, fixés chacun sur un isolateur. Les deux conducteurs sont dans un même plan horizontal, ils sont reliés par des fils transversaux et diagonaux torsadés.

Si l'un des deux conducteurs vient à se rompre, il tombe et pend dans un plan vertical, toujours retenu cependant par les fils transversaux et diagonaux. L'aspect de ceux-ci est modifié, le service de la voie s'en aperçoit et fait le nécessaire.



g. La visite et l'entretien de ce filet n'auront lieu que dans des conditions fixées par ordre de service de la compagnie des chemins de fer, après accord avec l'entrepreneur de la distribution, et avec toutes les précautions nécessaires pour assurer la sécurité du visiteur; le courant, en particulier, sera supprimé pendant la visite.

h. Il n'y a pas lieu, dans ce cas, de placer les cadres prévus à l'article 25, paragraphe 5, ces cadres faisant double emploi avec le filet.

Il convient cependant de remarquer que, de l'avis du Comité d'électricité, les prescriptions des articles 24 et 25 paraissent convenables pour assurer la sécurité et que, d'une manière générale, les filets offrent plus d'inconvénients que d'avantages. Toutefois, si les intéressés, comme il a été dit plus haut, demandent l'installation d'un protecteur, cette installation devra être conforme à l'un des dispositifs indiqués plus haut.

Avant de quitter la Section II, relative aux traversées de chemins de fer, et pour répondre aux préoccupations de certains services de contrôle, je rappelle qu'une canalisation souterraine empruntant la voie publique pour traverser un chemin de fer sous un passage inférieur sans avoir aucun contact avec les ouvrages de la ligne de chemins de fer peut être établie sans intervention du service du contrôle du chemin de fer et sans arrêté spécial d'autorisation pour la traversée.

Les prescriptions de la Section III, relatives à l'établissement des ouvrages servant à la traction par l'électricité, demeurent les mêmes que dans l'arrêté du 21 mars 1910.

Il est toujours spécifié que ces prescriptions (art. 27 à 30) s'appliquent en fait exclusivement à la traction par courant continu. En ce qui concerne la traction par courant alternatif, tous les projets devront m'être soumis, toutes les fois que les canalisations électriques emprunteront la voie publique.

En raison des conditions de leur installation et de leur exploitation, les ouvrages de distribution des entreprises de traction continuent à bénéficier des tolérances admises pour l'établissement de distribution de première catégorie tant que la tension entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 1000 volts. Mais, si l'établissement des ouvrages servant à la traction par l'électricité est ainsi facilité autant que le permet le souci de la sécurité, des précautions ont au contraire été prescrites par l'arrêté en vue de parer aux dangers que peuvent présenter les courants vagabonds pour les masses métalliques établies au voisinage des rails employés comme conducteurs de courant.

Il importe que le service du contrôle assure strictement l'exécution de toutes les mesures jugées nécessaires dans chaque cas pour protéger contre l'action nuisible des courants dérivés les masses métalliques voisines de la ligne de distribution et notamment les lignes télégraphiques ou téléphoniques et les lignes de signaux.

A cet égard je signalerai la nécessité pour le service du contrôle d'exiger de la part des entreprises qui utilisent les rails comme conducteurs de courant la vérification périodique de la conductance de la voie qui peut être faite tout d'abord par grandes longueurs, puis par sections plus petites si le résultat n'est pas satisfaisant, jusqu'à ce qu'on ait trouvé les points où l'éclissage électrique est défectueux. L'expérience démontre que cette opération faite régulièrement permet d'assurer par un bon entretien une conductance satisfaisante de la voie et de rendre pratiquement négligeables, dans la plupart des cas, les effets d'électrolyse.

Le Chapitre III traite de la protection des lignes télégraphiques, téléphoniques et des signaux, et n'appelle aucune observation. Toutefois les croisements de ces lignes avec des lignes de distribution d'énergie doivent être l'objet d'une attention particulière; l'indication d'une distance minimum de 1 m entre ces lignes, qu'il y ait ou non croisement, n'exclut nullement l'adoption d'un plus grand écartement s'il est pratiquement et raisonnablement réalisable.

Il y a même plus : il convient de chercher à supprimer ces croisements toutes les fois qu'il est possible de le faire moyennant une modification des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux n'entraînant qu'une dépense raisonnable à la charge des entrepreneurs de distributions.

Quand les lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux ne peuvent être placées au-dessous des conducteurs d'énergie, il convient de les consolider, s'il y a lieu, pour éviter leur rupture, indépendamment du dispositif de garde solidement établi entre les deux sortes de conducteurs.

Le Chapitre IV renferme les prescriptions relatives à l'entretien des ouvrages et à l'exploitation des distributions.

Art. 35. — Je rappelle que les conditions d'application de l'article 35, relatif à l'élagage des plantations, ont été précisées par la circulaire du 1er septembre 1909 à laquelle il y a lieu de se référer.

Art. 36. — J'appelle votre attention sur l'article 36 qui prescrit au troisième alinéa d'afficher des extraits de l'arrêté dans un endroit apparent des salles contenant des installations de la deuxième catégorie. Des difficultés se sont produites au sujet du choix des articles à afficher; après examen, ce choix me paraît comporter les articles 11, 12, 13, 14 *b*, 15, 16, 17, 34 et 35.

Le Chapitre V contient diverses dispositions nécessaires pour l'application de l'arrêté. Vous remarquerez que les dispositions de l'arrêté sont obligatoires pour toutes les distributions et qu'il ne peut y être dérogé que par décision ministérielle; mais elles ne sont pas limitatives. Lorsque les circonstances locales l'exigent, le service du contrôle peut imposer, pour l'établissement des distributions, toutes les mesures nécessaires pour assurer la sécurité.

Dans cet ordre d'idées, j'appelle particulièrement votre attention sur les conditions d'implantation et d'établissement des lignes, notamment en pays de montagnes, au point de vue des mesures à prendre contre les dangers que peuvent présenter éventuellement les éboulements, les torrents, les avalanches, etc.

Vous remarquerez également que l'arrêté ne contient aucune disposition spéciale concernant les distributions à très haute tension. L'établissement de ces distributions nécessite toutefois une étude particulièrement attentive des projets d'exécution en raison des dangers qu'elles présentent.

Vous voudrez bien, en conséquence, avant de statuer, me communiquer avec vos propositions, les projets de toutes les distributions dont la tension de régime dépasse 30 000 volts. Après examen, je vous renverrai les projets avec mes instructions.

Vous pourrez d'ailleurs me saisir également toutes les fois que les conditions d'établissement d'une distribution de tension inférieure ou égale à 30 000 volts soulèveront des questions délicates sur lesquelles vous ne croirez pas devoir statuer sous votre propre responsabilité. Ch. Dumont.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et notamment les articles 2, 4 et 19 de ladite loi;

Vu les avis du Comité d'électricité, du Comité de l'exploitation technique des chemins de fer et du Conseil général des Ponts et Chaussées;

Sur la proposition du conseiller d'Etat, directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique;

Arrête :

CHAPITRE Ier.

DISPOSITIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES APPLICABLES AUX OUVRAGES DES DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.

Section I. — Classement des distributions et prescriptions générales relatives à la sécurité.

Classement des distributions en deux catégories.

Article premier. — Les distributions d'énergie électrique doivent comporter des dispositifs de sécurité en rapport avec



la plus grande tension de régime existant entre les conducteurs et la terre (1).

Suivant cette tension, les distributions d'énergie électrique sont divisées en deux catégories.

1re catégorie.

A. *Courant continu.* — Distributions dans lesquelles la plus grande tension de régime entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 600 volts.

B. *Courant alternatif.* — Distributions dans lesquelles la plus grande tension efficace entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 150 volts.

2e catégorie.

Distributions comportant des tensions respectivement supérieures aux tensions ci-dessus.

Prescriptions générales relatives à la sécurité.

ART. 2. — Les dispositions techniques adoptées pour les ouvrages de distribution, ainsi que les conditions de leur exécution, doivent assurer d'une façon générale le maintien de l'écoulement des eaux, de l'accès des maisons et des propriétés, des communications télégraphiques et téléphoniques, de la liberté et la sûreté de la circulation sur les voies publiques empruntées, la protection des paysages, ainsi que la sécurité des services publics, celle du personnel de la distribution et celle des habitants des communes traversées.

Section II. — Canalisations aériennes.

Supports.

ART. 3. — § 1. Les supports en bois doivent être prémunis contre les actions de l'humidité et du sol.

§ 2. Dans le cas où les supports sont munis d'un fil de terre, ce fil est pourvu sur une hauteur minimum de 3 m, à partir du sol, d'un dispositif le plaçant hors d'atteinte.

§ 3. Tous les supports sont numérotés.

§ 4. Dans les distributions de deuxième catégorie, les pylônes et poteaux métalliques sont pourvus d'une bonne communication avec le sol.

§ 5. Dans la traversée des voies publiques, les supports doivent être aussi rapprochés que possible.

Isolateurs.

ART. 4. — Les isolateurs employés pour les distributions de la deuxième catégorie doivent être essayés dans les conditions ci-après :

Lorsque la tension à laquelle est soumis l'isolateur en service normal est inférieure ou égale à 10000 volts, la tension d'essai est le triple de la tension en service.

Lorsque la tension de service normal est supérieure à 10000 volts la tension d'essai est égale à 30000 volts, plus deux fois l'excès de la tension de service sur 10000 volts.

Conducteurs.

ART. 5. — § 1. Les conducteurs doivent être placés hors de la portée du public.

§ 2. Le point le plus bas des conducteurs et fils de toute nature doit être :

a. Pour les distributions de la première catégorie, à 6 m, au moins, le long et à la traversée des voies publiques;

b. Pour les distributions de la deuxième catégorie, à 6 m au moins, le long des voies publiques et à 8 m, au moins, dans les traversées de ces voies.

Néanmoins, des canalisations aériennes pourront être établies à moins de 6 m de hauteur à la traversée des ouvrages construits au-dessus des voies publiques, à la condition de comporter dans toute la partie à moins de 6 m de hauteur un dispositif de protection spécial en vue de sauvegarder la sécurité.

§ 3. Le diamètre de l'âme métallique des conducteurs d'énergie ne peut être inférieur à 3 mm. Toutefois ce diamètre peut être abaissé à 2 mm pour les branchements particuliers ou de canalisations d'éclairage public de la première catégorie qui ne croisent pas des lignes télégraphiques ou téléphoniques placées au-dessous.

§ 4. Dans la traversée d'une voie publique, l'angle de la direction des conducteurs et de l'axe de la voie est égal au moins à 30°.

§ 5. Dans la traversée et dans les portées contiguës, il ne doit y avoir sur les conducteurs ni épissures, ni soudures; les conducteurs sont arrêtés sur les isolateurs des supports de la traversée et sur les isolateurs des supports des portées contiguës.

§ 6. Dans les distributions de deuxième catégorie, les dispositions suivantes doivent être appliquées :

a. Les poteaux et pylônes sont munis, à une hauteur d'au moins 2 m au-dessus du sol, d'un dispositif spécial, pour empêcher, autant que possible, le public d'atteindre les conducteurs;

b. Les mesures nécessaires sont prises pour que dans les traversées et sur les appuis d'angle les conducteurs d'énergie électrique, au cas où ils viendraient à abandonner l'isolateur, soient encore retenus et ne risquent pas de traîner sur le sol ou de créer des contacts dangereux;

c. Chaque support porte l'inscription : « *Danger de mort* » en gros caractères, suivi des mots « *Défense absolue de toucher aux fils, même tombés à terre* ».

§ 7. Dans la traversée des agglomérations, les conducteurs sont placés à 1 m au moins des façades et en tous cas hors de la portée des habitants.

Si les conducteurs longent un toit en pente ou s'ils passent au-dessus, ils doivent en être distants de 1,50 m au moins, s'ils sont de la première catégorie, et de 2 m au moins, s'ils sont de la deuxième catégorie.

Si le toit est en terrasse, les conducteurs doivent en être distants de 3 m au moins, qu'ils appartiennent à la première ou à la deuxième catégorie.

Résistance mécanique des ouvrages.

ART. 6. — § 1. Pour les conducteurs, fils, supports, ferrures, etc., la résistance mécanique des ouvrages est calculée en tenant compte à la fois des charges permanentes que les organes ont à supporter et de la plus défavorable en l'espèce des deux combinaisons de charges accidentelles, résultant des circonstances ci-après :

a. Température moyenne de la région avec vent horizontal de 120 kg de pression par mètre carré de surface plane ou 72 kg par mètre carré de section longitudinale des pièces à section circulaire;

b. Température minimum de la région avec vent horizontal de 30 kg par mètre carré de surface plane et 18 kg par mètre carré de section longitudinale des pièces à section circulaire.

Les calculs justificatifs font ressortir le coefficient de sécurité de tous les éléments, c'est-à-dire le rapport entre l'effort correspondant à la charge de rupture et l'effort le plus grand auquel chaque élément peut être soumis.

§ 2. Dans les distributions de la deuxième catégorie, le coefficient de sécurité des ouvrages, dans les parties de la distribution établies longitudinalement sur le sol des voies publiques, doit être au moins égal à trois.

Dans les parties des mêmes distributions établies dans les agglomérations ou traversant les voies publiques, la valeur du coefficient de sécurité est portée au moins à cinq.

Distributions de deuxième catégorie desservant plusieurs agglomérations.

ART. 7. — Dans les distributions de deuxième catégorie desservant un certain nombre d'agglomérations distantes les unes des autres, l'entrepreneur de la distribution est tenu d'établir, entre

(1) Dans les distributions triphasées, cette tension est évaluée par rapport au point neutre supposé à la terre.



chaque agglomération importante desservie et l'usine de production de l'énergie ou le poste le plus voisin, un moyen de communication directe.

L'entrepreneur de la distribution est dispensé de la prescription énoncée ci-dessus s'il a établi, à l'entrée de chaque agglomération importante, un appareil permettant de couper le courant toutes les fois qu'il est nécessaire.

Section III. — Canalisations souterraines.

Conditions générales d'établissement des conducteurs souterrains.

ART. 8. — § 1. Protection mécanique.

Les conducteurs d'énergie électrique souterrains doivent être protégés mécaniquement contre les avaries que pourraient leur occasionner le tassement des terres, le contact des corps durs ou le choc des outils en cas de fouille.

§ 2. Conducteurs électriques placés dans une conduite métallique.

Dans tous les cas où les conducteurs d'énergie électrique sont placés dans une enveloppe ou conduite métallique, ils sont isolés avec le même soin que s'ils étaient placés directement dans le sol.

§ 3. Précaution contre l'introduction des eaux.

Les conduites contenant des câbles sont établies de manière à éviter autant que possible l'introduction des eaux. Des précautions sont prises pour assurer la prompte évacuation des eaux au cas où elles viendraient à s'y introduire accidentellement.

Voisinage des conduites de gaz.

ART. 9. — Lorsque dans le voisinage de conducteurs d'énergie électrique placés dans une conduite il existe des canalisations de gaz, les mesures nécessaires doivent être prises pour assurer la ventilation régulière de la conduite renfermant les câbles électriques et éviter l'accumulation des gaz.

Regards.

ART. 10. — Les regards affectés aux canalisations électriques ne doivent pas renfermer de tuyaux d'eau, de gaz ou d'air comprimé.

Dans le cas de canalisation en conducteurs nus, les regards sont disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Les conducteurs d'énergie électrique sont convenablement isolés par rapport aux plaques de fermeture des regards.

Section IV. — Sous-stations, postes de transformateurs et installations diverses.

Prescriptions générales pour l'installation des moteurs et appareils divers.

ART. 11. — § 1. Toutes les pièces saillantes mobiles et autres parties dangereuses des machines et notamment les bielles, roues, volants, les courroies et câbles, les engrenages, les cylindres et cônes de friction ou tous autres organes de transmission qui seraient reconnus dangereux sont munis de dispositifs protecteurs, tels que gaines et chéneaux de bois ou de fer, tambours pour les courroies et les bielles, ou de couvre-engrenages, garde-mains, grillage.

Sauf le cas d'arrêt du moteur, le maniement des courroies est toujours fait par le moyen de systèmes tels que monte-courroie, porte-courroie, évitant l'emploi direct de la main.

On doit prendre, autant que possible, des dispositions telles qu'aucun ouvrier ne soit habituellement occupé à un travail quelconque, dans le plan de rotation ou aux abords immédiats d'un volant, ou de tout engin pesant et tournant à grande vitesse.

§ 2. La mise en train et l'arrêt des machines sont toujours précédés d'un signal convenu.

§ 3. Des dispositifs de sûreté sont installés dans la mesure du possible pour le nettoyage et le graissage des transmissions et mécanismes en marche.

§ 4. Les monte-charges, ascenseurs, élévateurs sont guidés et disposés de manière que la voie de la cage du monte-charges et des contre-poids soit fermée; que la fermeture du puits à l'entrée des divers étages ou galeries s'effectue automatiquement; que rien ne puisse tomber du monte-charges dans le puits.

Pour les monte-charges destinés à transporter le personnel, la charge est calculée au tiers de la charge admise pour le transport des marchandises, et les monte-charges sont pourvus de freins, chapeaux, parachutes ou autres appareils préservateurs.

Les appareils de levage portent l'indication du maximum de poids qu'ils peuvent soulever.

§ 5. Les puits, trappes et ouvertures sont pourvus de solides barrières ou garde-corps.

§ 6. Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs, soit par construction, soit par suite de dépôts salins ou par suite de l'humidité, on ne doit jamais établir, à la portée de la main, des conducteurs ou des appareils placés à découvert.

Prescriptions relatives aux moteurs, transformateurs et appareils de la deuxième catégorie.

ART. 12. — § 1. Les locaux non gardés dans lesquels sont installés des transformateurs de deuxième catégorie doivent être fermés à clef.

Des écriteaux très apparents sont apposés partout où il est nécessaire pour prévenir le public du danger d'y pénétrer.

§ 2. Si une machine ou un appareil électrique de la deuxième catégorie se trouve dans un local ayant en même temps une autre destination, la partie du local affectée à cette machine ou à cet appareil est rendue inaccessible, par un garde-corps ou un dispositif équivalent, à toute personne autre que celle qui en a la charge. Une mention indiquant le danger doit être affichée en évidence.

§ 3. Les bâtis et pièces conductrices non parcourus par le courant qui appartiennent à des moteurs et transformateurs de la deuxième catégorie sont reliés électriquement à la terre ou isolés électriquement du sol. Dans ce dernier cas, les machines sont entourées par un plancher de service non glissant, isolé du sol et assez développé pour qu'il ne soit pas possible de toucher à la fois à la machine et à un corps conducteur quelconque relié au sol.

La mise à la terre ou l'isolement électrique est constamment maintenu en bon état.

§ 4. Les passages ménagés pour l'accès aux machines et appareils de la deuxième catégorie placés à découvert ne peuvent avoir moins de 2 m de hauteur; leur largeur mesurée entre les machines, conducteurs ou appareils eux-mêmes, aussi bien qu'entre ceux-ci et les parties métalliques de la construction, ne doit pas être inférieure à 1 m.

Installation des canalisations à l'intérieur des sous-stations et postes de transformateurs.

ART. 13. — § 1. A l'intérieur des sous-stations et postes de transformateurs, les canalisations nues de la deuxième catégorie doivent être établies hors de la portée de la main sur des isolateurs convenablement espacés et être écartées des masses métalliques, telles que piliers ou colonnes, gouttières, tuyaux de descente, etc.

Les canalisations nues de la première catégorie qui sont à portée de la main doivent être signalées à l'attention par une marque bien apparente.

Les enveloppes des autres canalisations doivent être convenablement isolantes.

§ 2. Des dispositions doivent être prises pour éviter l'échauffement anormal des conducteurs, à l'aide de coupe-circuits, fusibles ou autres distributifs équivalents.

§ 3. Toute installation reliée à un réseau comportant des lignes aériennes de plus de 500 m doit être suffisamment protégée contre les décharges atmosphériques.



Tableaux de distribution.

ART. 14. — A. Distributions de la première catégorie :

Sur les tableaux de distribution de courants appartenant à la première catégorie, les conducteurs doivent présenter les isolements et les écartements propres à éviter tout danger.

B. Distribution de la deuxième catégorie :

§ 1. Sur les tableaux de distributions portant sur leur face avant (où se trouvent les poignées de manœuvre et les instruments de lecture) des appareils et pièces métalliques de la deuxième catégorie, le plancher de service doit être isolé électriquement et établi dans les conditions indiquées à l'article 12.

§ 2. Quand des pièces métalliques ou appareils de la deuxième catégorie sont établis à découvert sur la face arrière du tableau, un passage entièrement libre de 1 m de largeur et de 2 m de hauteur au moins est réservé derrière lesdits appareils et pièces métalliques; l'accès de ce passage est défendu par une porte fermant à clef, laquelle ne peut être ouverte que par ordre du chef de service ou par ses préposés à ce désignés; l'entrée en sera interdite à toute autre personne.

§ 3. Tous les conducteurs et appareils de la deuxième catégorie doivent, notamment sur les tableaux de distribution, être nettement différenciés des autres par une marque très apparente (une couche de peinture par exemple).

Locaux des accumulateurs.

ART. 15. — Dans les locaux où se trouvent des batteries d'accumulateurs, toutes les précautions sont prises pour éviter l'accumulation de gaz détonants; la ventilation de ces locaux doit assurer l'évacuation continue des gaz dégagés.

Les lampes à incandescence employées dans ces locaux sont à double enveloppe.

Éclairage de secours.

ART. 16. — Les salles des sous-stations doivent posséder un éclairage de secours en état de fonctionner en cas d'arrêt du courant.

Mise à la terre des colonnes et autres pièces métalliques des sous-stations et postes de transformateurs.

ART. 17. — Les colonnes, les supports et en général toutes les pièces métalliques des sous-stations et postes de transformateurs qui risqueraient d'être soumis à une tension de la deuxième catégorie doivent être convenablement reliés à la terre.

Section V. — Branchements particuliers.

Prescriptions générales.

ART. 18. — Les branchements particuliers doivent être munis de dispositifs d'interruption auxquels l'entrepreneur de la distribution doit avoir accès en tout temps.

Canalisations aériennes.

ART. 19. — Les conducteurs aériens formant branchements particuliers doivent être protégés dans toutes les parties où ils sont à la portée des personnes.

Canalisations souterraines.

ART. 20. — Les conducteurs souterrains d'énergie électrique formant branchements particuliers doivent être recouverts d'un isolant protégé mécaniquement d'une façon suffisante, soit par l'armature du câble conducteur, soit par des conduites en matière résistante et durable.

CHAPITRE II.

DISPOSITIONS SPÉCIALES APPLICABLES AUX OUVRAGES DE DISTRIBUTION DANS LA TRAVERSÉE DES COURS D'EAU, DES CANAUX DE NAVIGATION ET DES LIGNES DE CHEMIN DE FER, AINSI QU'AUX OUVRAGES SERVANT A LA TRACTION PAR L'ÉLECTRICITÉ.

Prescriptions générales.

ART. 21. — Les prescriptions du Chapitre Ier sont applicables aux parties des distributions d'énergie électrique traversant les fleuves, les rivières navigables ou flottables, les canaux de navigation ou les chemins de fer, ainsi qu'aux ouvrages servant à la traction par l'électricité, sous réserve de dispositions spéciales énoncées au présent Chapitre.

Section I. — Traversée des cours d'eau et des canaux de navigation par des canalisations aériennes.

Hauteur des conducteurs.

ART. 22. — § 1. A la traversée des cours d'eau navigables et des canaux de navigation, la hauteur minimum des conducteurs au-dessus du plan d'eau est fixée, dans chaque cas, suivant la nature des bateaux fréquentant ces rivières et le mode de navigation.

Cette hauteur ne peut être inférieure à 8 m au-dessus des plus hautes eaux navigables. Toutefois, dans les bras où la navigation est impraticable, elle peut être réduite à 3 m au-dessus des plus hautes eaux.

§ 2. La même hauteur minimum de 8 m est applicable à la traversée des autres rivières du domaine public, mais elle peut être réduite à la traversée des cours d'eau classés comme flottables, lorsque le flottage n'est pas effectivement pratiqué, sous réserve que cette hauteur ne sera pas inférieure à 3 m au-dessus des plus hautes eaux.

Coefficient de sécurité de l'installation dans la traversée des cours d'eau et des canaux de navigation.

ART. 23. — Le coefficient de sécurité de l'installation, dans la traversée des cours d'eau navigables et des canaux de navigation, est au moins égal à cinq et, pour la traversée des autres rivières du domaine public, au moins égal à trois.

Le même coefficient trois est applicable aux installations faites sur les dépendances des cours d'eau et des canaux qui ne sont pas ouvertes à la circulation publique et en particulier sur les remplacements réservés au hâlage.

Section II. — Traversée des lignes de Chemins de fer.

Dispositions générales.

ART. 24. — § 1. Pour traverser un chemin de fer, toute canalisation électrique doit, de préférence, emprunter un ouvrage d'art (passage supérieur ou passage inférieur), et, autant que possible, ne pas franchir cet ouvrage en diagonale.

A défaut de pouvoir, en raison de circonstances locales, emprunter un ouvrage d'art, la canalisation doit autant que possible effectuer la traversée en un point de moindre largeur de l'emprise du chemin de fer.

§ 2. La ligne dont fait partie la canalisation traversant le chemin de fer doit pouvoir être coupée du reste de la distribution et isolée de tout générateur possible de courant.

§ 3. Des dispositions spéciales devront être prises, quand il y aura lieu, pour la protection des ouvrages traversés, notamment lorsqu'ils comporteront des parties métalliques.

Canalisations aériennes.

ART. 25. — § 1. Toute canalisation aérienne, qui n'emprunte pas un ouvrage d'art, doit franchir les voies ferrées autant que possible d'une seule portée et suivant une direction aussi voisine que possible de la normale à ces voies et en tous cas, sous un angle d'au moins 60°, à moins qu'elle ne soit établie le long d'une voie



publique traversant la voie ferrée sous un angle moindre. Son point le plus bas doit être situé à 7 m au moins de hauteur au-dessus du rail le plus haut; elle doit être établie à 2 m au moins de distance dans le sens vertical du conducteur électrique préexistant le plus voisin.

§ 2. Les supports de la traversée doivent être distants chacun d'au moins 3 m du bord extérieur du rail le plus voisin, et placés autant que possible en dehors des lignes de conducteurs électriques existant le long des voies.

§ 3. Les supports de la traversée sont encastrés dans un massif de maçonnerie et constitués de façon assez solide pour pouvoir, en cas de rupture de tous les fils les sollicitant d'un côté, résister à la traction qu'exerceraient sur eux les fils subsistant de l'autre côté, à moins que l'entrepreneur n'ait fait agréer une disposition équivalente au point de vue de la sécurité.

§ 4. En outre des prescriptions indiquées au Chapitre I[er], notamment en ce qui concerne les traversées, chaque conducteur est relié, sur chacun de ses supports à deux isolateurs.

§ 5. A chacun des supports et à 50 cm au moins des isolateurs dans la portée de la traversée est fixé un cadre métallique relié à la terre que traverse tout le faisceau des conducteurs, afin qu'en cas de rupture d'un ou plusieurs isolateurs ou conducteurs, ce ou ces conducteurs soient mis à la terre.

§ 6. Les supports métalliques sont pourvus d'une bonne communication avec le sol.

§ 7. Le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée, calculée conformément aux indications de l'article 6 ci-dessus, est au moins égal à cinq pour les maçonneries de fondations et pour les organes des supports et à dix pour les conducteurs. Dans l'hypothèse de la rupture de tous les conducteurs placés d'un même côté, le coefficient de sécurité de l'installation doit être au moins égal à 1,25.

§ 8. Dans les distributions de deuxième catégorie :

a. Il n'est pas fait usage de poteaux ou pylônes en bois dans la traversée et les portées immédiatement contiguës.

b. Le diamètre de l'âme métallique des conducteurs d'énergie ne peut être inférieur à 4 mm quand la portée de ces conducteurs dans la traversée est au plus de 40 m et à 5 mm quand cette portée est supérieure à 40 m.

Le diamètre pourra, toutefois, être inférieur aux minima ci-dessus indiqués, si la traversée est constituée par des conducteurs doublés, pourvu que le coefficient de sécurité de l'ensemble de ces conducteurs doublés soit au moins égal à celui qu'assurerait l'emploi de conducteurs simples ayant des diamètres minima fixés par l'alinéa précédent.

Canalisations souterraines.

Art. 26. — § 1. Les canalisations souterraines doivent être en câbles armés des meilleurs modèles connus, comportant une chemise de plomb, sans soudure, et une armure métallique.

Les câbles sont noyés dans le sol, non pas seulement à la traversée des voies ferrées, mais encore de part et d'autre et jusqu'à 3 m au moins au delà des lignes électriques existant le long des voies.

§ 2. Les câbles sont placés dans des conduites d'au moins 6 cm de diamètre extérieur, prolongées de part et d'autre des deux rails extérieurs des voies, de telle façon qu'on puisse, sans opérer aucune fouille sous les voies et le ballast, poser et retirer lesdits câbles.

Sur le reste de leur parcours, dans l'emprise du chemin de fer, les câbles peuvent être placés à nu dans le sol, mais à une profondeur de 70 cm au moins en contre-bas de la plate-forme des terrassements.

§ 3. Les câbles armés employés dans la traversée ne peuvent être mis en place qu'après que les essais à l'usine démontrent que leur isolant résiste à la rupture à l'action d'un courant alternatif, sous une différence de potentiel au moins double de la tension prévue en service.

Section III. — Prescriptions relatives à l'établissement des Ouvrages servant à la traction par l'Électricité au moyen du courant continu (1).

Tension des distributions pour traction.

Art. 27. — Les dispositions de l'article 3, paragraphe 4; de l'article 5, paragraphes 2 *b*, 4 et 6; de l'article 25 et des deux premiers alinéas du paragraphe 3 de l'article 31, ne visent pas les conducteurs de prise de courant, ni leurs supports, ni les autres lignes placées sur ces supports ou en dehors de la voie publique ou inaccessibles au public, si la tension entre ces conduteurs et la terre ne dépasse pas 1000 volts.

Voie.

Art. 28. — Quand les rails de roulement sont employés comme conducteurs, toutes les mesures nécessaires sont prises pour protéger contre l'action nuisible des courants dérivés les masses métalliques telles que les voies ferrées du chemin de fer, les conduites d'eau et de gaz, les lignes télégraphiques ou téléphoniques, toutes autres lignes électriques, etc.

A cet effet, seront notamment appliquées les prescriptions suivantes :

§ 1. La conductance de la voie est assurée dans les meilleures conditions possibles, notamment en ce qui concerne les joints dont la résistance ne doit pas dépasser pour chacun d'eux celle de 10 m de rail normal.

L'exploitant est tenu de vérifier périodiquement cette conductance et de consigner les résultats obtenus sur un registre qui doit être présenté à toute réquisition du service du contrôle.

§ 2. La perte de charge dans les voies, mesurées sur une longueur de voie de 1 km prise arbitrairement sur une section quelconque du réseau, ne doit pas dépasser en moyenne 1 volt pendant la durée effective de la marche normale des voitures.

§ 3. Les artères reliées à la voie sont isolées.

§ 4. Aux points où la voie de roulement comporte des aiguillages ou des coupures, la conductance est assurée par des dispositions spéciales.

§ 5. Lorsque la voie passe sur un ouvrage métallique, elle est autant que possible isolée électriquement dans la traversée de l'ouvrage.

§ 6. Aussi longtemps qu'il n'existe pas de masses métalliques dans le voisinage des voies, une perte de charge supérieure aux limites fixées au paragraphe 2 peut être admise, à la condition qu'il n'en résulte aucun inconvénient et en particulier aucun trouble dans les communications télégraphiques ou téléphoniques, ni dans les lignes de signaux de chemins de fer.

§ 7. L'entrepreneur de la distribution est tenu de faire les installations nécessaires pour permettre au service du contrôle de vérifier l'application des prescriptions du présent article; il doit notamment disposer, s'il y a nécessité, des fils pilotes entre les points désignés de la distribution.

Protection des lignes aériennes voisines.

Art. 29. — A tous les points où les lignes assurant le service de traction croisent d'autres lignes de distribution ou des lignes télégraphiques ou téléphoniques, les dispositifs doivent être établis en vue de protéger mécaniquement ces lignes contre les contacts avec les conducteurs aériens servant à la traction.

Des dispositions sont prises pour qu'en aucun cas l'appareil de prise de courant ne puisse atteindre les lignes voisines.

(1) Les projets de traction par l'électricité au moyen du courant alternatif doivent être soumis au Ministre des Travaux publics toutes les fois que les canalisations empruntent la voie publique.



Fils transversaux servant à la suspension des conducteurs de prise de courant.

ART. 30. — Les fils transversaux servant à la suspension des conducteurs de prise de courant sont isolés avec soin de ces conducteurs et de la terre.

Partout où il est nécessaire, ces fils sont munis de dispositifs d'arrêt destinés à retenir les fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux qui viendraient à tomber et à glisser jusqu'au conducteur de prise de courant.

CHAPITRE III.

PROTECTION DES LIGNES TÉLÉGRAPHIQUES, TÉLÉPHONIQUES OU DE SIGNAUX.

Voisinage des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux et des canalisations aériennes ([1]).

ART. 31. — § 1. En aucun cas, la distance entre les conducteurs d'énergie électrique et les fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux ne doit être inférieure à 1 m.

§ 2. Lorsque les conducteurs d'énergie électrique parcourus par des courants de la deuxième catégorie suivent parallèlement une ligne télégraphique, téléphonique ou de signaux, la distance minimum à établir entre ces lignes doit être augmentée de manière qu'en aucun cas, il ne puisse y avoir de contact accidentel.

Cette distance ne peut être inférieure à 2 m, excepté si les conducteurs sont fixés sur toute leur longueur, auquel cas la distance peut être réduite à 1 m comme pour toutes autres lignes.

§ 3. Aux points de croisement, les conducteurs d'énergie sont autant que possible placés au-dessus des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux.

Si les conducteurs d'énergie sont au-dessus des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, il est fait application des dispositions de l'article 3, paragraphe 5, et de l'article 5, paragraphes 5 et 6 *b*.

Si les conducteurs d'énergie sont au-dessous des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, et s'ils sont parcourus par des courants de deuxième catégorie, un dispositif de garde efficace, pourvu d'une bonne communication avec le sol, et solidement établi entre les deux sortes de conducteurs.

Une disposition analogue peut, en cas de nécessité, être imposée, pour les conducteurs de première catégorie.

Dans les deux cas qui précèdent, les lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux sont dûment consolidées.

Lorsque les dispositions prévues au présent paragraphe ne peuvent être appliquées, les lignes préexistantes doivent être modifiées.

§ 4. Au voisinage des ouvrages de distribution, il pourra être établi, s'il est jugé nécessaire, des coupe-circuits spéciaux sur les fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux intéressés.

Voisinage des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux et des canalisations souterraines.

ART. 32. — § 1. Lorsque des conducteurs souterrains d'énergie électrique suivent une direction commune avec une ligne télégraphique, téléphonique ou de signaux souterraine et que les deux canalisations sont établies en tranchées, une distance minimum de 1 m doit exister entre ces conducteurs et la ligne télégraphique, téléphonique ou de signaux, à moins qu'ils ne soient séparés par une cloison.

§ 2. Lorsque des conducteurs souterrains croisent une ligne télégraphique, téléphonique ou de signaux, ils doivent être placés à une distance minimum de 50 cm des lignes télégraphiques, téléphoniques ou de signaux, à moins qu'ils ne présentent, en ces points, au point de vue de la sécurité publique, de l'induction et des dérivations, des garanties équivalentes à celles des câbles concentriques ou cordés à enveloppe de plomb et armés.

Lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux affectées à l'exploitation des distributions de deuxième catégorie.

ART. 33. — Les lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux, qui sont montées, en tout ou en partie de leur longueur, sur les mêmes supports qu'une ligne électrique de la deuxième catégorie, sont assimilées, pour les conditions de leur établissement, aux lignes électriques de cette même catégorie. En conséquence, elles sont soumises aux prescriptions applicables à ces lignes.

Les lignes téléphoniques, télégraphiques ou de signaux sont toujours placées au-dessous des conducteurs d'énergie électrique.

En outre, leurs postes de communication, leurs appareils de manœuvre ou d'appel sont disposés de telle manière qu'il ne soit possible de les utiliser ou de les manœuvrer qu'en se trouvant dans les meilleures conditions d'isolement par rapport à la terre, à moins que leurs appareils ne soient disposés de manière à assurer l'isolement de l'opérateur par rapport à la ligne.

CHAPITRE IV.

ENTRETIEN DES OUVRAGES. — EXPLOITATION DES DISTRIBUTIONS.

Précautions à prendre dans les travaux d'entretien des lignes.

ART. 34. — Lignes de la première catégorie :

Aucun travail ne peut être entrepris sur des conducteurs de la première catégorie en charge ou sur des conducteurs placés sur les mêmes supports que des conducteurs de deuxième catégorie sans que des précautions suffisantes assurent la sécurité de l'opérateur.

Lignes de la deuxième catégorie :

§ 1. Il est formellement interdit de faire exécuter sur les lignes de la deuxième catégorie aucun travail sans qu'elles aient été, au préalable, isolées de tout générateur possible de courant.

§ 2. La communication ne peut être rétablie que lorsqu'il y a certitude que les ouvriers ne travaillent plus sur la ligne.

A cet effet, l'ordre de rétablissement du courant ne peut être donné que par le chef de service ou son délégué, et seulement après qu'il se sera assuré que le travail est terminé et que tout le personnel de l'équipe est réuni en un point de ralliement fixé à l'avance.

Pendant toute la durée du travail, toutes dispositions utiles doivent être prises pour que le courant ne puisse être rétabli sans ordre exprès du chef de service ou de son délégué.

§ 3. Les mesures indiquées aux deux paragraphes précédents peuvent être remplacées par l'emploi de dispositifs spéciaux permettant, soit au chef d'équipe, en cas de travail par équipe, de protéger lui-même l'équipe, soit aux ouvriers isolés de se protéger eux-mêmes par des appareils de coupure pendant toute la durée du travail.

§ 4. Dans les cas exceptionnels où il est nécessaire qu'un travail soit entrepris sur des lignes en charge de la deuxième catégorie, il ne doit y être procédé que sur l'ordre exprès du chef de service et avec toutes les précautions de sécurité qu'il indiquera.

Elagage des plantations.

ART. 35. — § 1. Sur les voies publiques empruntées par une distribution d'énergie électrique, l'élagage des arbres plantés en bordure de ces voies publiques, soit sur le sol de ces voies, soit sur les propriétés particulières, doit être effectué aussi souvent que la sécurité de la distribution l'exige.

S'il en est requis par le service du contrôle, l'entrepreneur de la distribution est tenu de procéder à cet élagage, en se conformant aux instructions du service de voirie.

§ 2. Il est interdit de faire exécuter les élagages, ou des travaux analogues pouvant mettre directement ou indirectement le per-

([1]) NOTA. — Il est rappelé que les frais des modifications jugées nécessaires des lignes télégraphiques ou téléphoniques préexistantes à celles de la distribution incombent à l'entrepreneur de cette distribution.

sonnel en contact avec des conducteurs électriques ou pièces métalliques de la seconde catégorie, sans avoir pris de précautions suffisantes pour assurer la sécurité du public et du personnel par des mesures efficaces d'isolement.

Affichage des prescriptions relatives à la sécurité dans les distributions de deuxième catégorie.

ART. 36. — Les chefs d'industrie, directeurs ou gérants, sont tenus d'afficher dans un endroit apparent des salles contenant des installations de la deuxième catégorie :

1° Un ordre de service indiquant qu'il est dangereux et formellement interdit de toucher aux pièces métalliques ou conducteurs soumis à une tension de la deuxième catégorie, même avec des gants en caoutchouc, ou de se livrer à des travaux sur ces pièces ou conducteurs, même avec des outils à manche isolant;

2° Des extraits du présent arrêté et une instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques rédigée conformément aux termes qui seront fixés par une circulaire ministérielle.

CHAPITRE V.

DISPOSITIONS DIVERSES.

Interdiction d'employer la terre.

ART. 37. — Il est interdit d'employer la terre comme partie du circuit de la distribution.

Voisinage des magasins à poudre et poudreries.

ART. 38. — Aucun conducteur d'énergie électrique ne peut être établi à moins de 20 m d'une poudrerie ou d'un magasin à poudre, à munitions ou à explosifs, si ce conducteur est aérien; de 10 m si ce conducteur est souterrain.

Cette distance se compte à partir de l'aplomb extérieur de la clôture qui entoure la poudrerie ou du mur d'enceinte spécial qui entoure le magasin. S'il n'existe pas de mur, on devra considérer comme limite :

1° D'un magasin enterré, le pied du talus du massif de terre recouvrant les locaux;

2° D'un magasin souterrain, le polygone convexe circonscrit à la projection horizontale sur le sol des locaux et des gaines ou couloirs qui mettent ces locaux en communication avec l'extérieur.

Conditions d'application du présent règlement.

ART. 39. — § 1. Des dérogations aux prescriptions du présent arrêté peuvent être accordées par le Ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'électricité.

§ 2. Le présent règlement ne fait pas obstacle à ce que le service du contrôle, lorsque la sécurité l'exige, impose des conditions spéciales pour l'établissement des distributions, sauf recours des intéressés au Ministre des Travaux publics.

§ 3. Le présent arrêté annule et remplace l'arrêté du 21 mars 1910.

Paris, 21 mars 1911.

CH. DUMONT.

(*Journal officiel* du 11 avril 1911.)

SOCIÉTÉS. BILANS.

Société dijonnaise d'électricité. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 8 octobre 1910, nous extrayons ce qui suit :

La vente du courant aux Tramways électriques a été de 49680 fr 40 pour 200 chevaux pendant 12 mois. Moyenne par cheval, 248 fr 40.

La recette moyenne annuelle par lampe de 10 bougies est de 7 fr 85.

La recette moyenne annuelle pour la force motrice est de 143 fr 08 par cheval.

DATES.	LUMIÈRE. Nombre d'abonnés.	Nombre de lampes de 10 bougies.	Nombre moyen de lampes de 10 bougies par abonné.	FORCE MOTRICE. Nombre d'abonnés.	Nombre de chevaux vendus.	Nombre moyen de chevaux vendus par abonné.
30 juin.						
1893.....	261	3565	14	"	"	"
1894.....	374	6479	17	"	"	"
1895.....	440	8365	19	"	"	"
1896.....	457	9823	21	"	"	"
1897.....	520	12030	23	"	"	"
1898.....	579	14411	25	7	69 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{9}{10}$
1899.....	656	17384	26 $\frac{1}{2}$	13	100	7 $\frac{69}{100}$
1900.....	759	19358	25 $\frac{1}{2}$	22	131 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{97}{100}$
1901.....	841	29146	34 $\frac{1}{2}$	27	184	6 $\frac{81}{100}$
1902.....	926	32108	34 $\frac{1}{2}$	37	217 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{88}{100}$
1903.....	1000	35499	35 $\frac{1}{2}$	55	257 $\frac{1}{30}$	4 $\frac{67}{100}$
1904.....	1086	38391	35 $\frac{3}{10}$	65	312 $\frac{3}{20}$	5 $\frac{26}{100}$
1905.....	1175	39531	33 $\frac{9}{10}$	80	412 $\frac{19}{60}$	5 $\frac{15}{100}$
1906.....	1293	40268	31 $\frac{1}{10}$	104	568 $\frac{1}{30}$	5 $\frac{46}{100}$
1907.....	1530	43400	28 $\frac{3}{10}$	129	656 $\frac{59}{60}$	5 $\frac{9}{100}$
1908.....	1709	45977	26 $\frac{9}{10}$	161	798 $\frac{29}{60}$	4 $\frac{96}{100}$
1909.....	1875	46811	25	186	846 $\frac{53}{60}$	4 $\frac{55}{100}$
1910.....	2111	51575	24 $\frac{4}{10}$	216	948 $\frac{29}{60}$	4 $\frac{39}{100}$

BILAN AU 30 JUIN 1910.

Actif.

	fr
Compte de premier établissement.........	3059098,21
Installations en location et amortissables..	322378,09
Outils, ustensiles et mobilier.............	44657,94
Caisses et Banques.........................	89776,40
Magasins et stocks.........................	109427,02
Débiteurs divers...........................	77293,26
	3702630,92

Passif.

Capital actions............................	800000
Capital obligations........................	1645000
Amortissements et réserves.................	939487,30
Titres et coupons à payer..................	44628,27
Créditeurs divers..........................	74661,46
Compte de profits et pertes................	198853,89
	3702630,92

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Doit.

Service des obligations....................	119150
Solde compte : Frais généraux.............	77797
— Entretien usine............	20003,94
— Entretien service extérieur.	5779,92
— Essais d'arcs..............	1274,05
— Intérêts, agios............	5862,67
Solde créditeur.......	198853,89
	428721,80

Avoir.

Report de l'exercice précédent............	25896,04
Bénéfice de l'exercice.....................	402825,76
	428721,80



Tome XV. **N° 177. — 12 mai 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

La **machine rotative Herrick,** décrite par M. SAUVEAU, page 412, présente, au dire des ingénieurs américains qui l'ont essayée, de nombreux avantages sur les diverses machines rotatives imaginées jusqu'ici. Mise en série avec une turbine utilisant sa vapeur d'échappement, elle réaliserait un groupe moteur très économique et de très faible encombrement.

L'introduction que consacre M. H. BRESSON à ses tableaux des **distributions publiques hydro-électriques du Bassin du Rhône** (p. 417) nous dispense d'insister ici sur l'intérêt qu'ils présentent.

Plus loin (p. 422) est publiée l'analyse d'un travail de MM. GILES et WOHLLEBEN sur les **vérifications pratiques de la théorie des surtensions**. Ce travail répond à diverses critiques faites par M. Schrottke dans un article analysé antérieurement.

Le développement des applications mécaniques de l'électricité se manifeste chaque jour à mesure que les réseaux de distribution prennent plus d'extension. On trouvera page 425 quelques renseignements, d'après M. MELOT, sur la **puissance requise par les métiers à tulles, dentelles, etc.**

Comme suite aux divers articles qui ont paru dans ces colonnes sur l'application de l'électricité à la commande des machines d'extraction minières, nos lecteurs liront avec intérêt les résultats d'**essais d'une machine d'extraction, système Ilgner**, publiés pages 427 et 428, d'après un travail présenté l'an dernier par M. SEEBER à l'American Institute of Electrical Engineers; ils y verront que, pour les machines d'extraction, la commande par l'électricité est la plus commode et la plus économique. Il résulte en effet de ces essais et de leur comparaison avec des essais effectués sur une machine d'extraction commandée directement par moteur à vapeur et opérant dans les mêmes conditions, que la combustion de 1 kg de charbon dans le foyer d'une chaudière permet d'extraire de 279 kg à 310 kg de minerai lorsque la commande est faite par le système Ilgner, tandis qu'elle ne peut servir à extraire que 154 kg à 200 kg si la machine d'extraction est accouplée directement au moteur à vapeur, le minerai étant, dans les deux cas, pris à la profondeur de 183 m. D'ailleurs, à l'économie résultant du meilleur rendement de la commande électrique s'en ajoute une autre dans le cas qui nous occupe; car deux machines d'extraction distantes d'environ 500 m ont pu être commandées par le même groupe convertisseur d'une même usine à vapeur au moyen du système Ilgner, alors que la commande directe par moteur à vapeur eût exigé deux installations distinctes de moteurs et de chaudières; d'où, pour l'installation électrique, une diminution des dépenses pour salaires des mécaniciens et des chauffeurs.

Les **lignes d'essais de traction monophasée** établies par la Compagnie du Midi ont donné lieu à un fort intéressant article de M. JULIAN, ingénieur en chef adjoint de cette compagnie, article dont une longue analyse est donnée pages 429 à 439. Nous y reviendrons dans le prochain numéro.

Ainsi que nous l'annoncions il y a 15 jours, **l'Exposition de Pâques de la Société de Physique** est aujourd'hui l'objet d'un article de notre collaborateur M. ARMAGNAT (p. 440 à 445).

Appelons encore l'attention sur le dispositif de **transmission de mouvement système Williams et Janney**, décrit pages 446 et suivantes. J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Neuvième Bulletin bimensuel de 1911.

Sommaire : Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes des 22 et 24 mars 1911, approuvant différents types de compteurs, p. 451.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

Neuvième Bulletin bimensuel de 1911.

Sommaire : Cotisations, p. 410. — Liste des documents publiés dans le présent *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 410.

Cotisations.

MM. les membres adhérents au Syndicat sont priés de bien vouloir adresser leur cotisation de 1911 au Secrétariat, qui leur en délivrera quittance signée du Trésorier.

Les quittances qui n'auraient pas été retirées avant fin mai seront encaissées à domicile en y ajoutant 0,50 fr pour les frais.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des industries électriques.

Ministère des Finances. — Direction générale des douanes. — Classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816), p. 451.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. — Arrêté créant 37 types de timbres-retraite, p. 452.

Jurisprudence et Contentieux. — Contrat de travail. — Sentence arbitrale à la suite d'une grève. — Inapplicabilité à une catégorie d'ouvriers de la même Compagnie non visés dans la sentence, p. 452.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Nouveaux tarifs internationaux franco-danois-norvégiens-suédois, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Tableau des cours du cuivre, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

Neuvième Bulletin bimensuel de 1911.

Sommaire : Extrait du Compte rendu de l'Assemblée générale du 6 avril 1911, p. 410. — Liste des nouveaux adhérents, p. 411. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 411.

Extrait du Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire du 6 avril 1911.

L'Assemblée générale du Syndicat professionnel des Usines d'électricité s'est réunie le jeudi 6 avril 1911, dans une salle du Comité des Forges, 7, rue de Madrid, à Paris, sous la présidence de M. Brylinski, président du Syndicat.

Sur 248 usines adhérentes représentant 9 707 940 lampes de 10 bougies, 43 sont représentées ayant en service 2 137 058 lampes de 10 bougies.

275 voix de membres actifs présents ou représentés seront exprimées dans les divers scrutins.

MM. Méder et Paré sont nommés assesseurs; M. Fontaine comme secrétaire.

M. Fontaine, secrétaire général du Syndicat, donne lecture du compte rendu des travaux de la Chambre syndicale et des Commissions pendant l'exercice 1910.

Il rappelle que le Syndicat comprend actuellemont 645 membres et 248 usines représentant 9 707 940 lampes de 10 bougies éclairant 7 500 000 habitants.

Commission technique. — Cette Commission, présidée par M. Tainturier, comprend 46 membres. En dehors des questions et rapports déjà à l'étude l'année dernière, elle a examiné les questions et rapports suivants : froid industriel, traversée des voies ferrées, prescriptions

techniques à observer dans une distribution d'énergie électrique, moteurs Diesel, compteurs d'usines, entretien des compteurs.

Rapports sur les chaufferies automatiques, sur les grilles mécaniques, sur les lampes au tungstène, sur les appareils de sécurité Arcioni, Coltri et Scottuzzi, projet de cahier des charges pour poteaux en bois, rapport sur la stérilisation des eaux par les rayons ultraviolets.

Commission d'exploitation administrative et commerciale. — Cette Commission, qui comprend 23 membres, sous la présidence de M. Sée, a examiné les questions suivantes : enseignement technique, industriel et commercial; application des lampes à filaments métalliques dans les petites stations; traversée des chemins de fer par les conducteurs électriques; affiches illustrées; sur les premiers soins à donner aux personnes foudroyées; tarification de l'énergie électrique; chauffage électrique des fours de boulangerie; situation du personnel des usines électriques en cas de mobilisation.

Commission des canalisations souterraines. — Cette Commission, présidée par M. Widmer, qui comprend 14 membres, a étudié le programme des essais à effectuer pour déterminer le rapport entre la tension de rupture des câbles soumis à des différences de potentiel, soit continus, soit alternatifs.

Commission des questions nouvelles. — Cette Commission, composée de 9 membres, est présidée par M. de Tavernier; elle a examiné les questions de vulgarisation concernant la vente de l'électricité et la situation du personnel des usines électriques en cas de mobilisation.

Comité consultatif. — Le Comité consultatif, présidé par M. Frénoy, avocat au Conseil d'État et à la Cour de cassation, comprend 13 membres. Il a rendu compte de 26 arrêts du Conseil d'État, 3 arrêts du Conseil de préfecture, 17 arrêts de cassation, 17 arrêts de la Cour d'appel, 15 jugements des tribunaux civils, 5 jugements du Tribunal de Commerce, 2 jugements du tribunal correctionnel et 2 de la Justice de paix.

Le Comité a donné son avis sur 45 sujets se rapportant à la profession.

La Chambre syndicale a continué à s'occuper des arbitrages et des expertises. Elle a également entretenu des relations utiles avec les sociétés savantes et les Associations françaises et étrangères.

Elle a échangé de nombreux bulletins et a reçu une documentation abondante, 412 journaux français et 254 journaux étrangers ont été reçus et 19950 bulletins ont été expédiés.

Le service du placement s'est continué avec des résultats satisfaisants.

En terminant, M. le Secrétaire général indique que les pouvoirs de M. Brylinski, président de la Chambre syndicale, viennent à expiration. Il se fait l'interprète de la Chambre syndicale pour remercier M. Brylinski du dévouement et de l'activité qu'il a prodigués au Syndicat pendant sa longue et laborieuse présidence.

Après lecture du Rapport des trésoriers et vérificateurs, ce Rapport est adopté à l'unanimité ainsi que celui du Secrétariat.

Conformément à l'ordre du jour, M. le Président fait voter sur le renouvellement du tiers des membres de la Chambre syndicale (MM. Berthelot, Chaussenot, Cordier, Javal, Lombard-Gérin, Sée, Widmer) et la ratification de la nomination de M. Mazen.

MM. Schiltz et Siegfried sont nommés comme vérificateurs des comptes.

M. Brylinski a exposé les résultats obtenus par la Chambre syndicale pendant sa présidence et a fait ressortir l'heureux développement des institutions syndicales.

Après avoir remercié tous ses collaborateurs, il a prié M. Eschwège, président désigné, de vouloir bien prendre le fauteuil de la présidence.

Après avoir remercié l'Assemblée et assuré le Syndicat de tout son concours, M. Eschwège a levé la séance.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 14 avril 1911.

Membres correspondants.

MM.

Delboit (Raymond), Ingénieur des établissements Paz et Silva, 184, rue Marcadet, Paris, présenté par MM. Rosenbaum et E. Fontaine.

Szyszkiéwicz (Ladislas), Ingénieur, chef des services de la Compagnie des perforateurs Kotyra, 45, rue de Lévis, Paris, présenté par MM. Pojawski et E. Fontaine.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES A VAPEUR.

La machine rotative équilibrée Herrick.

L'idée de la machine rotative est aussi vieille que la vapeur. On connaît le principe de ce genre de machines qui permettent d'obtenir directement le mouvement de rotation sans passer par les organes de transmission habituels (bielle, manivelle, etc.), l'action de la vapeur s'exerçant d'autre part par pression statique comme dans la machine alternative à piston.

Les nombreuses tentatives faites jusqu'à ce jour pour la réalisation d'une machine vraiment industrielle ont été généralement suivies d'insuccès. L'un des principaux obstacles, resté jusqu'ici insurmontable, consistait en ce que la vapeur, introduite dans une chambre cylindrique, tout en ayant pour effet de mettre le piston en mouvement de rotation, donnait lieu également à une pression radiale sur les paliers principaux : le frottement résultant entraînait une perte sérieuse d'énergie et assez souvent la destruction complète et rapide de la machine.

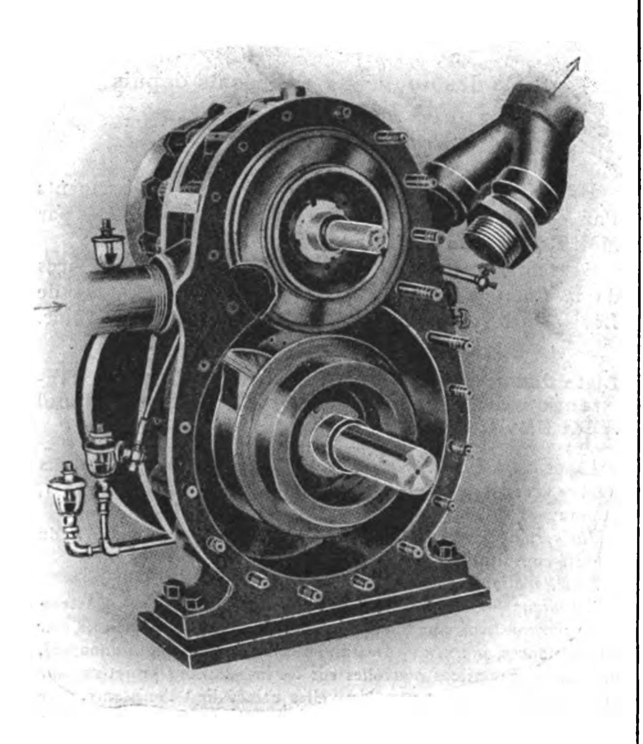


Fig. 1. — Vue intérieure de la machine rotative équilibrée Herrick (piston à l'admission).

Après dix années de recherches et d'essais plus ou moins heureux, l'ingénieur américain Gerardus Herrick est parvenu à surmonter cette difficulté. La machine dont il est l'inventeur a été soumise à des expériences en quelque sorte décisives; nous nous proposons de la décrire succinctement en faisant connaître les résultats obtenus, d'après les rapports des ingénieurs conseils autorisés chargés des essais.

La machine comprend essentiellement deux rotors superposés : un rotor supérieur servant d'organe de distribution et un rotor inférieur ou rotor-piston (*fig.* 1). Le rotor supérieur présente une sorte d'évidement où se fait l'arrivée de vapeur et qui permet en même temps le passage du piston fixé à la périphérie du rotor inférieur. Deux pignons montés en bouts d'arbres assurent le mouvement synchrone des deux rotors. La vapeur, admise dans le cylindre par l'évidement du rotor supérieur, donne au piston un mouvement circulaire et la puissance est directement développée sur l'arbre du rotor inférieur. Comme la machine à mouvement alternatif, la machine Herrick fonctionne par la pression statique de la vapeur s'exerçant sur un piston ; comme la turbine, elle permet d'obtenir directement le mouvement de rotation de l'arbre, son rotor étant muni, au lieu de plusieurs aubages, d'un piston de forme appropriée. En d'autres termes, cette machine combine le cycle de la machine à mouvement alternatif au mode de fonctionnement mécanique de la turbine.

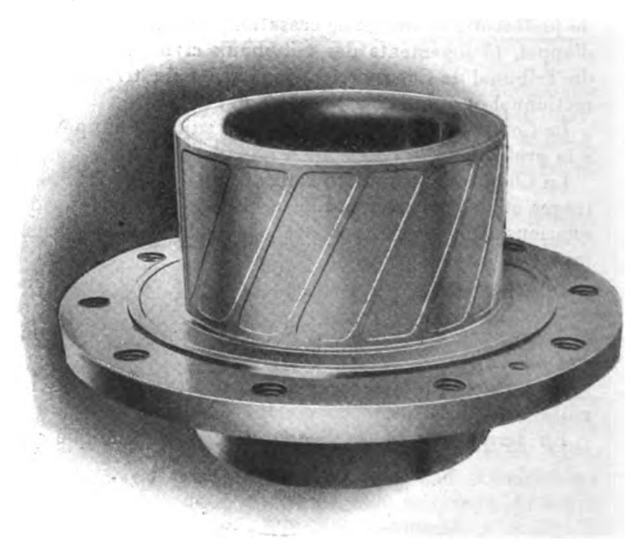


Fig. 2. — Vue des chambres d'équilibrage.

Ce qui distingue la machine rotative équilibrée Herrick des autres types construits jusqu'à ce jour, c'est le

dispositif ingénieux par lequel la poussée radiale de la vapeur, dont il a été question plus haut, est contrebalancée à chaque instant par la vapeur du cylindre elle-même. L'équilibre parfait du rotor inférieur est en effet obtenu par l'introduction, dans une série de chambres fixes, dites chambres d'équilibrage, d'un voile de vapeur de [illegible] de millimètre d'épaisseur. Les chambres d'équilibrage consistent en des évidements pratiqués à la périphérie de portions de cylindres faisant corps avec les couvercles latéraux (*fig.* 2); ces évidements sont successivement et automatiquement mis en communication avec le cylindre par des canaux pratiqués dans le rotor. A mesure que le piston tourne et que l'aire du rotor exposée à la pression du cylindre s'accroît, l'aire de contre-équilibrage, par le fait de l'admission de vapeur dans les chambres successives, s'accroît également. Ainsi la charge primaire et la charge d'équilibrage sont maintenues constamment égales, quel que soit l'état de la pression durant tout le cycle. La figure 3 permet de se rendre compte aisément de ce qui se produit.

Cette particularité du moteur Herrick peut être considérée comme un progrès sérieux dans la construction de ce genre de machines; elle permet d'envisager la construction d'unités de fortes puissances [1]. A vrai dire les deux machines construites jusqu'à présent par l'inventeur sont des machines d'expériences : l'une de la puissance de 20 chevaux effectifs; l'autre, essayée tout récemment, de la puissance de 100 chevaux. Mais une société, la Gerard Developpement C°, s'est constituée en vue de l'exploitation des brevets.

Machine rotative Herrick de 20 chevaux. — La première machine construite et essayée répond à la description donnée précédemment; elle est à piston unique et sans enveloppe (*fig.* 1 et 3). Elle n'occupe qu'un espace de 146 dm³, pèse 380 kg et développe, d'après les essais du professeur Prior, 20,76 chevaux-vapeur effectifs à la pression de vapeur maximum de 10,200 kg : cm² (vapeur saturée, échappement à air libre). Elle comprend en tout 9 parties dont 2 parties mobiles seulement. Elle mesure 63 cm de hauteur, 53 cm de large et repose sur un socle de 40 cm × 10 cm. Les seules parties mobiles en contact sont dans les paliers (roulement à billes).

Cette machine fut d'abord soumise, du 7 juillet au 30 juillet 1909, à des essais de laboratoire, au Stevens Institute à New-York, sous la direction du professeur Prior. Le Tableau I donne quelques résultats de ces essais.

TABLEAU I.

Durée de l'essai.	Pression de la vapeur.	Vitesse angulaire.	Surchauffe.	Chevaux effectifs.	Eau par cheval-heure effectif.	Observations.
m	kg : cm²	t : m	Degrés C.		kg	
40.......	10,200	1006	»	20,76	22,685	Échappement à air libre.
60.......	9,540	1008	12,8	20,68	19,865	Échappement à air libre
40.......	8,110	1012	»	19,79	19,775	Vide 47,6 cm.

Le professeur Prior estime, dans son rapport, que la régularité de marche de cette machine, l'absence de vibrations et la puissance par mètre cube d'espace occupé, sont particulièrement remarquables.

Mais l'essai vraiment intéressant au point de vue industriel était l'essai de durée. La machine fut soumise à cet essai à l'usine de la Degnon Contracting Company (*fig.* 4); livrée à la surveillance directe des ingénieurs de cette usine, la machine fut accouplée à une génératrice à courant continu et fournit le courant d'éclairage jour et nuit du 14 août au 4 décembre 1909, soit pendant 1685 heures, ce qui équivaut à un service de plus de 6 mois entiers; la vitesse moyenne fut de 955 t : m; le courant débité sous 220 volts varia de 10 à 22 ampères. On a compté 66 jours de marche avec service journalier de 17 heures et 18 jours avec service journalier de 24 heures. On nota un service continu de 149 heures sans le moindre arrêt. Les dérangements qui se produisirent furent insignifiants et n'entraînèrent, par la faute du moteur lui-même, que deux arrêts de courte durée. Enfin ajoutons que les essais qui suivirent ce service industriel de 6 mois fournirent des chiffres de puissance et de consommation analogues à ceux des premiers essais [1].

La conclusion des ingénieurs autorisés qui se sont intéressés à ces essais est que la machine Herrick constituerait un réel progrès et serait à même, grâce à ses nombreuses qualités, d'avoir un champ d'application illimité. Son mode de construction permet aisément l'extension aux grandes puissances et l'usage de tous degrés avantageux de surchauffe et de pression.

On ne saurait nier que cette machine ne présente des fuites assez sérieuses de vapeur. Toutefois les rapports des essais font ressortir que ces fuites, inhérentes à ce type de moteur, n'altèrent pas outre mesure l'économie, car les chiffres de consommation obtenus sont aussi bons et même meilleurs que les chiffres fournis par toute machine à mouvement alternatif de même puissance.

(1) Les difficultés de construction avaient limité à 50 chevaux la puissance des machines rotatives (D. Lovekin).

(1) A vrai dire, on nota une légère diminution de la puissance et une légère augmentation de la consommation de vapeur; d'après le professeur Prior, ces différences étaient imputables à une cause purement externe : le changement des paliers dont l'alignement fut mal exécuté, ce qui provoqua, vers la fin de l'essai, un frottement des parties tournantes.

9.



Machine Herrick de 100 chevaux, type a double piston. — Le succès des expériences relatées précédemment a conduit l'inventeur à construire une machine plus puissante, basée sur le même principe, mais possédant, au lieu d'un rotor unique, deux rotors-piston, ainsi que l'indique la figure schématique 5. Les premiers essais de consommation ont eu lieu récemment, du 10 au 16 novembre 1910.

La machine était construite pour développer une puissance de 100 chevaux à la vitesse de 800 t : m, avec vapeur sèche à la pression de 7,75 kg : cm² et échappement à air libre; on l'accoupla rigidement à une génératrice à courant continu de 75 kw, sous 120 volts.

En vue de l'essai, l'échappement fut connecté à un condenseur à surface dont on s'assura préalablement de la parfaite étanchéité [1].

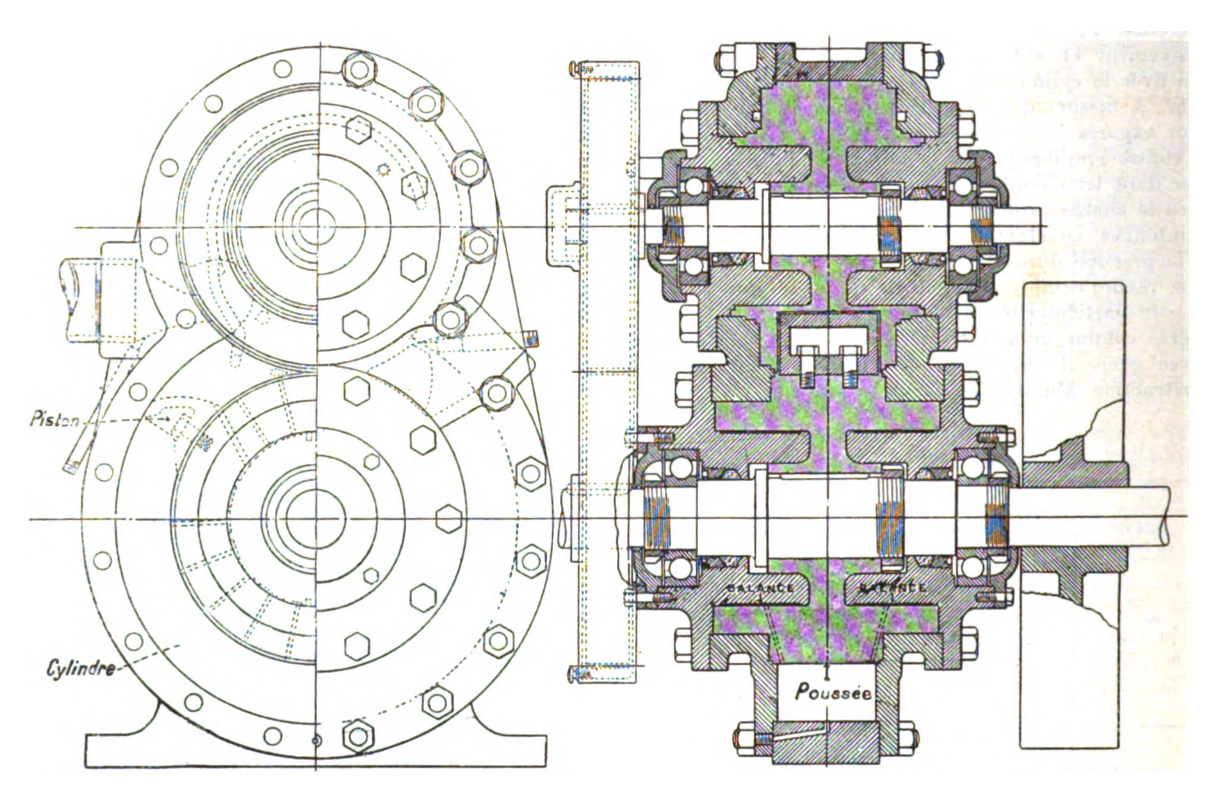


Fig. 3.

La charge de la génératrice durant les essais fut absorbée dans des rhéostats et enregistrée au moyen d'appareils étalonnés.

Les essais furent effectués à demi, trois-quarts, pleine charge et surcharge, avec différentes pressions de vapeur. Comme la machine était munie d'une valve à admission fixe, on dut, pour obtenir les diverses charges, faire varier la pression d'admission.

La figure 6 et sa légende donnent les résultats des essais. On voit que la consommation de vapeur par cheval effectif sur l'arbre a varié de 14,500 kg à 22,400 kg suivant la charge et suivant la contre-pression.

La figure 7 et le tableau II se rapportent au rendement de la génératrice.

Avantages de la machine rotative équilibrée Herrick. — Les avantages peuvent se résumer comme suit :

1° Faible encombrement. Une machine Herrick de 100 chevaux n'occupe qu'une surface de 1,500 m² et qu'un volume de 1,800 m³.

2° Faible coût d'établissement et d'entretien. Cela résulte de ce que la machine est de construction simple et présente peu de parties frottantes. Le poids d'une machine Herrick de 100 chevaux ne dépasse pas 1800 kg, tandis qu'une machine à piston de même puissance atteint aisément le poids de 5500 kg.

3° Consommation maintenue dans des limites raisonnables.

4° Commande directe aux vitesses avantageuses comprises entre celles de la machine à mouvement alternatif et de la turbine.

5° Absence de vibration. Cet avantage, joint à celui du faible poids, diminue l'importance des fondations et

[1] La légère surchauffe indiquée sur le tableau des essais provient de ce que la pression dans la conduite principale d'arrivée de vapeur était, à tout moment, maintenue assez au-dessus de la pression à la valve d'admission, afin d'assurer une vapeur sèche au moteur.



permet l'installation dans les étages supérieurs d'un bâtiment.

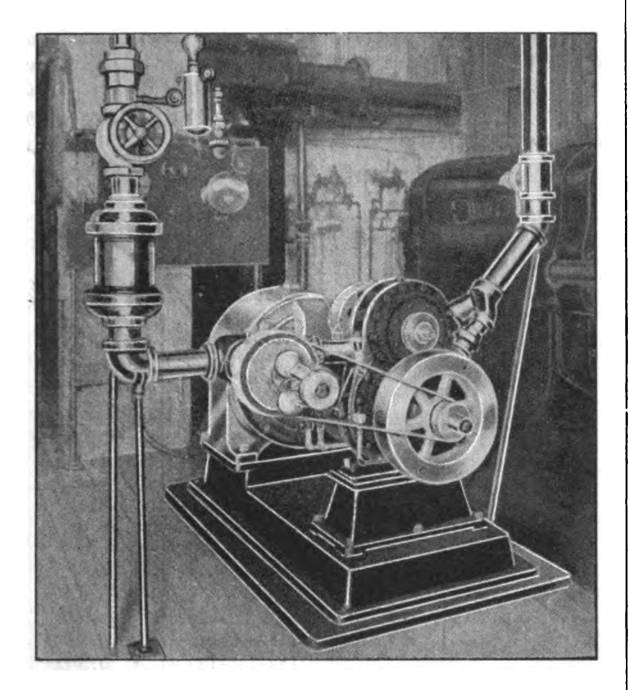


Fig. 4. — Vue de la machine rotative Herrick de 20 chevaux, durant l'essai de durée.

6° Réversibilité obtenue rapidement et aisément. Cet avantage est très appréciable en marine, appareils de levage et traction.

7° Compoundage facile et avantageux.

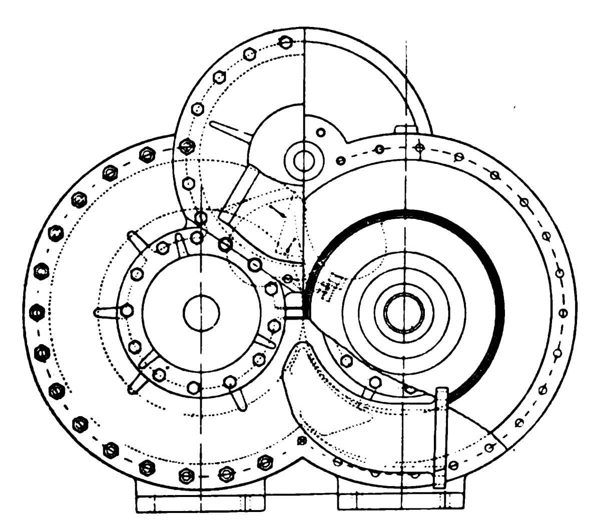


Fig. 5. — Machine rotative équilibrée Herrick, type à double piston.

8° Adaptation toute spéciale à la surchauffe et aux hautes pressions et par suite :

9° Lorsqu'on recherchera la plus grande économie de combustible, la machine Herrick fournira, combinée à une bonne turbine utilisant sa vapeur d'échappement, l'installation la plus rationnelle et la plus économique connue jusqu'à ce jour.

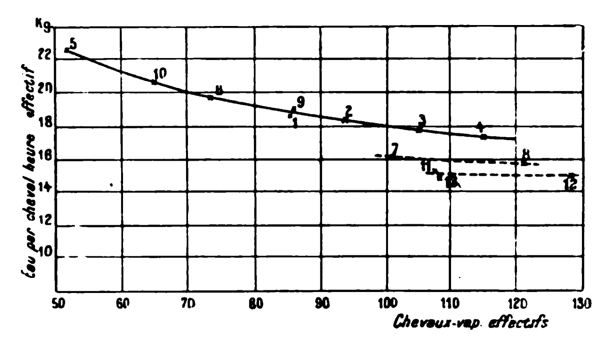


Fig. 6. — Courbe donnant les résultats d'essais de la machine rotative équilibrée Herrick, type à double piston.

Numéro de l'essai.	Pression de la vapeur en kg : cm².	Sur-chauffement en F.	Contre-pression en kg : cm² et cm Hg.
1	6,15	14	0,03
2	6,84	10	0,00
3	7,48	9	0,00
4	8,17	12	0,00
5	4,06	17	0,00
6	5,42	14	0,03
7	6,13	10	34,3 (vide)
8	7,50	9	35,6 (vide)
9	6,12	13	0,00
10	4,70	12	0,00
11	6,12	13	48,5 (vide)
12	7,50	10	53,1 (vide)
13	6,12	13	53,1 (vide)

A vrai dire cette dernière application de la machine rotative serait de beaucoup la plus remarquable. M. D. Lovekin, ingénieur en chef de la New-York Shipbuilding Company, après une étude approfondie de la nouvelle machine, a présenté à ce sujet des propositions que nous croyons intéressant de résumer. Ces propositions ont trait plus spécialement à l'application de la machine Herrick dans la marine, mais l'auteur ne manque pas de faire observer que la solution préconisée serait tout aussi bien indiquée dans les usines génératrices où le souci de l'économie de combustible demeure au premier rang.

On connaît la grande valeur des hautes pressions et des fortes surchauffes : En 1895, le professeur Thurston prophétisait l'emploi, vers 1910, de pressions de 21 kg : cm² et, vers 1920, de 35 kg : cm². En fait, depuis l'introduction des turbines, il y a une tendance assez marquée à réduire la pression de la vapeur (1).

(1) Voici à ce sujet, d'après M. Lovekin, les chiffres publiés récemment par le vice-amiral Oram, de la marine anglaise (*Engineering*) :

	Consommation par cheval effectif en kg.	Pression initiale en kg : cm².
« Dreadnought » (à turbines Parsons)...	6,115	11,550
Trois derniers dreadnought (à turbines Parsons)...	5,900	10,350
Classe Indomitable (à turbines Parsons) (41000 HP, 4 arbres)...	5,455	8,660

C'est que, de même que la turbine est inapte à utiliser avantageusement la surchauffe, de même elle s'accommode mal des hautes pressions et l'on ne peut songer à lui appliquer des pressions supérieures à 14 kg : cm², en raison surtout de l'accroissement de poids énorme qui en résulterait. On sait que, par contre, la turbine est merveilleusement appropriée à l'usage des basses pressions et l'on a songé, dans certaines installations, à combiner la machine à piston et la turbine, celle-ci recevant la vapeur d'échappement de la première. Cette solution, jusqu'ici la meilleure sous le rapport de l'économie, permet de profiter au plus haut degré des avantages de l'un et l'autre moteur. Son adoption dans la marine, au lieu de turbines seules, à été très sérieusement envisagée. Toutefois la machine à piston ne constitue pas ici encore le moteur idéal et le besoin réel se fait sentir d'un moteur nouveau pouvant utiliser la vapeur surchauffée sans la possibilité de troubles graves et d'autre part pouvant s'accommoder des plus hautes pressions, même jusqu'au chiffre de 35 kg : cm² prévu par le professeur Thurston.

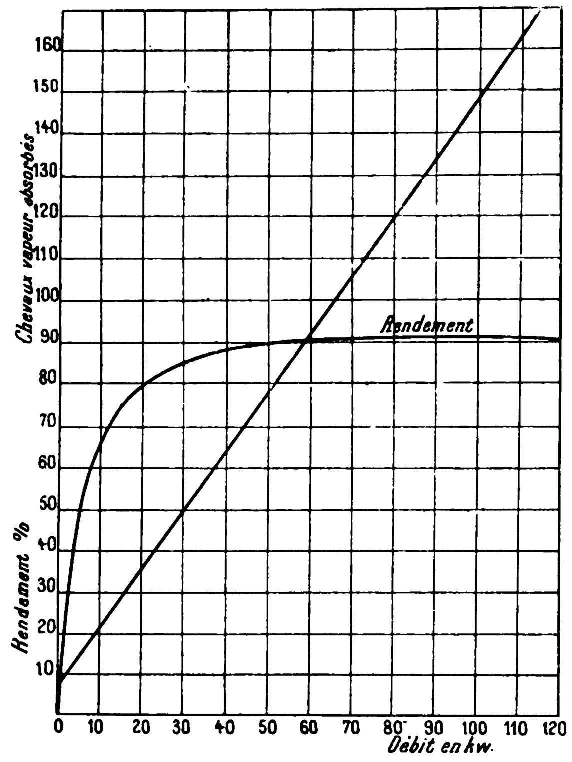


Fig. 7. — Courbes de rendement de la génératrice compound Allis Chalmers (75 kw.; 116-120 volts; 800 t : m) accouplée à la machine rotative équilibrée Herrick, type à double piston.

Ce sont des considérations de cette nature qui ont conduit M. Lovekin à proposer la combinaison d'une machine rotative type Herrick et d'une turbine; la machine rotative, placée entre les chaudières et la turbine, reçoit la vapeur à haute pression fortement surchauffée et sert à réduire la pression de façon que sa vapeur d'échappement peut être ensuite utilisée efficacement dans la turbine. Cette machine rotative pourra être construite de façon que les parties mobiles ne viennent jamais en contact l'une de l'autre; en d'autres termes ce serait une machine à fuites consenties, l'idée étant que les pertes qui se produiront seront de toute façon utilisées dans la turbine.

TABLEAU II.

Essai de régulation de la machine rotative équilibrée Herrick, type à double piston, munie d'un régulateur de débit.

NUMERO de l'essai.	VARIATION de charge en ampères.	VARIATION de tension (¹) en volts.	FLUCTUATION maximum pour 100.
1	0-173	115-113-122	1,7
2	173-190	119-119-120	0,0
3	190-210	120-120-121	0,0
4	210-230	121-121-122	0,0
5	230-272	122-122-123	0,0
6	272-292	123-123-124	0,0
7	292-410	124-123-125	0,8
8	410-370	125-127-125	1,6
9	370-330	125-126-125	0,8
10	330-305	124-123-125	0,8
11	310-375	124-123-124	0,8
12	375-415	124- » -124	0,0
13	415-495	125-123-125	1,6
14	530-0	124-140-117	12,9
15	0-270	114-109-123	4,4
16	300-0	123-127-117	3,3
17	0-300	116-110-124	5,2
18	550-0	121-135-118	11,6

(¹) Le premier chiffre indique la tension avant la variation de charge; le deuxième, la tension immédiatement après la variation et le troisième la tension finale après la variation.

L'un des principaux avantages de la machine rotative ainsi combinée à la turbine est qu'on a un flux continu de vapeur de la machine rotative à la turbine. Cela évite l'emploi de tout receiver intermédiaire, nécessaire dans le cas de combinaison de machines à mouvement alternatif et de turbines. De plus, un autre grand avantage sur la machine à mouvement alternatif est que la machine rotative présente de très faibles pertes par radiation; ces pertes sont, au surplus, réduites au minimum lorsque la vapeur est surchauffée. Enfin, avec la combinaison proposée, la pression initiale étant par exemple de 20 kg : cm² et la pression d'échappement de 14 kg : cm², le champ de variation de la température est comparativement réduit, ce qui constitue encore un avantage appréciable.

D'autres avantages seraient encore à signaler, qui varient suivant le genre d'application.

G. SAUVEAU.

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Les distributions publiques hydro-électriques du Bassin du Rhône.

(TABLEAUX SUPPLÉMENTAIRES JUSQU'EN 1910.)

J'ai déjà dit ici maintes fois tout le bien que je pensais de l'heureuse initiative prise par M. J.-A. Montpellier avec son ouvrage *Les Distributions publiques d'énergie électrique en France*, mais je n'ai pas caché non plus que, comme tout initiateur, il avait pu être exposé à commettre quelques erreurs, puis surtout, et ce fait est tout à l'avantage de la cause que nous soutenons en commun, les progrès des distributions hydro-électriques sont si rapides qu'ils dépistent les plus exactes statistiques. Je vais en fournir ci-dessous la preuve indéniable pour un des bassins fluviaux de la France le plus intéressant à ce point de vue, celui du Rhône.

M'adressant à des électriciens consommés, je n'ai pas à leur rappeler que, si l'électricité est d'application presque récente, on peut aussi bien affirmer que l'hydro-électricité est née presque en même temps qu'elle. Plus répandue sera encore l'opinion qu'il y a, dans le développement de cette dernière, une cause de toute première actualité pour la France, importatrice de houille. Il ne faudra donc pas s'étonner de constater que si l'ouvrage précité et opportun de M. Montpellier comprenait les deux genres de production d'énergie électrique (eau, charbon), je ne me suis, au contraire, attaché à faire ressortir la partie hydraulique et ce point de vue spécial m'a conduit à négliger les limites administratives et très souvent fictives des départements pour leur préférer celles, naturelles en ce cas, des quatre grands bassins fluviaux de France. Le reste du territoire suivra en son temps.

Mais comment arriver à cette connaissance exacte d'une situation si changeante? C'est ici que mes recherches antérieures sur la *houille verte* dans la région normande devaient m'être précieuses, La *Statistique générale de la France*, et qu'il me soit permis d'en remercier publiquement son accueillant Directeur [1], avait bien voulu soutenir mes efforts de chercheur desintéressé et je trouvais encore dans le cas présent la même bienveillante complaisance. Les données parfois incertaines et en tout cas incomplètes de l'ouvrage de M. Montpellier passaient par une première filière; les questions hydrauliques et chronologiques étaient particulièrement serrées de près; les premiers tableaux concernant le bassin du Rhône sont aussi là pour en témoigner (*Revue électrique* du 30 avril 1910); et depuis le bassin de la Garonne (10 mars 1911).

[1] Ce service est devenu, depuis janvier, une Direction dépendant du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale.

Mais si ces premiers renseignements ne laissaient subsister que peu de doutes, ils ne pouvaient prétendre nous révéler *ce qui avait pu et dû* se produire depuis 1906, date de l'ouvrage plusieurs fois cité. A quelle porte

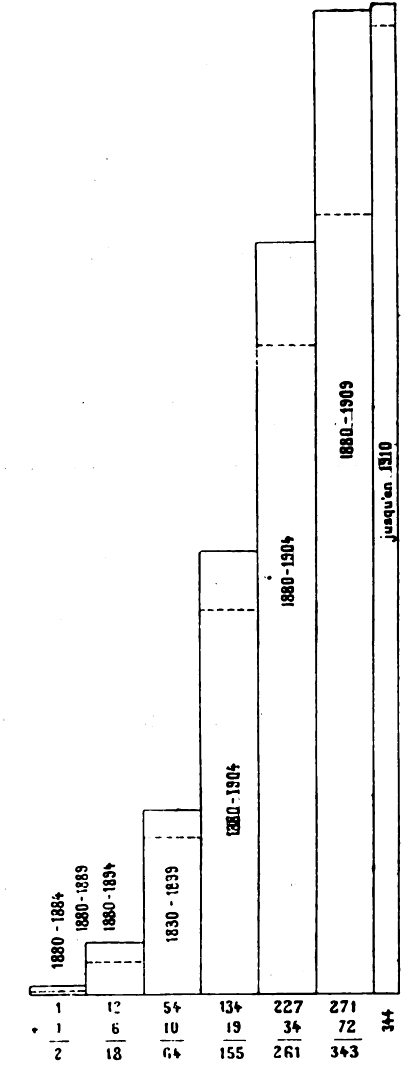


Fig. 1. — Diagramme des distributions publiques hydro-électriques du bassin du Rhône jusqu'en 1910.

fallait-il encore frapper pour atteindre ce deuxième but. Dans mon article d'introduction du 30 avril 1910 je me plaisais à faire appel aux directeurs d'usines hydro-électriques du bassin du Rhône, abonnés à *La Revue* comme membres des divers syndicats qu'elle

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.	COURS D'EAU.	HAUTEUR de la chute.	PUISSANCE hydraulique.	PUISSANCE thermique.	ACCUMULATEURS.
1.	2.	3.		4.	5.	6.		7.	8.	9.	10.	11.	12.

Département de l'Ain.

Usine alimentant plusieurs localités.

					km	v	v			m	ch	ch	
Jayat	»	comm.	Bourg.	7	12	3000	120	1908	Reyssouze.	1,87	10	»	»
Maillat	»	comm.	Nantua.	2	1,600	»	150	1899	Doye.	4,80	4	»	»
Mijoux	»	comm.	Gex.	2	9	3000	110	1903	Sept-Fontaines.	90	75	»	»

Usines locales.

Massignieu-de-Belmont	120	(1)	Belley.	»	0,600	250	125	1909	Flon.	10	4	»	»
Montrevel	1435	ch. l. cant.	Bourg.	»	1,700	»	110	1897	Reyssouze.	1,50	10	»	»
Polliat	1397	comm.	Bourg.	»	3	3000	110	1907	Veyle.	1,80	24	»	»

RECTIFICATIONS. — L'usine de Charmine n'alimente qu'une localité, Oyonnax, tandis que Saint-Denis-de-Bugey en alimente maintenant deux.

Département des Basses-Alpes.

Usines locales.

Blégiers	1296	comm.	Digne.	»	24	»	110	1904	Chalonette.	400	350	»	»
Mezel	620	ch. l. cant.	Digne.	»	»	240	220	1910	Asse.	4	6	»	»

RECTIFICATIONS. — L'usine de Barcelonnette ne fonctionne plus ; service assuré par la Condamine-Châtelard.

Département des Hautes-Alpes.

Usines alimentant plusieurs localités.

Aiguilles	»	ch. l. cant.	Briançon.	3	7	3000	110	1909	Guil.	30	160	160	»
Savines	»	ch. l. cant.	Embrun.	3	10	5000	120	1907	Durance.	8	27	»	»
Ventavon	»	comm.	Gap.	3	11,500	5500	110	1909	Durance.	50	20000	»	»

Usines locales.

Champcella	459	comm.	Briançon.	»	0,600	4000	110	1909	Biaisse.	197	6000	»	»

RECTIFICATIONS. — La seconde usine d'Embrun ne fonctionne pas.

Département de l'Ardèche.

Usines alimentant plusieurs localités.

Aubenas	»	ch. l. cant.	Privas.	2	3	»	300	1897	Ardèche.	4,20	95	100	»

Usines locales.

Saint-Pierreville	1704	ch. l. cant.	Privas.	»	1,500	»	120	1899	Gluyère.	12	20	»	»

RECTIFICATIONS. — L'usine dite de Marcols est dénommée Albon, commune de Marcols.

Département des Bouches-du-Rhône.

Usines alimentant plusieurs localités.

Aix	»	ch. l. arr.	»	(2)	25,500	13500	110	1908	Canal du Verdon.	82	1100	»	»
Saint-Chamas (3)	»	comm.	Aix.	2	3,780	2000	100	1899	Canal des Alpines.	4,50 7	20 30	» 50	accus »

(1) Commune de Belmont. — (2) Relié à la Société Littoral méditerranéen. — (3) Deux usines.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution	ANNÉE de l'équipement électrique.	COURS D'EAU.	HAUTEUR de la chute.	PUISSANCE hydraulique.	PUISSANCE thermique.	ACCUMULATEURS.
1.	2.	3.		4.	5.	6.		7.	8.	9.	10.	11.	12

Département des Bouches-du-Rhône (*suite*).

Usines locales.

					km	v	v			m	ch	ch	
Alleins	814	comm.	Arles.	»	»	»	110	1894	Canal de Craponne.	4,50	30	35	»
Istres	3681	ch. l. cant.	Aix.	»	»	»	110	1909	Canal de Craponne.	5,50	44	40	accus
Lambesc (1)	2369	ch. l. cant.	Aix.	»	»	»	120	1888	Cancernade.	7,50 3,50	20 5	30 »	» »
Le Puy-Saint-Réparade	1335	comm.	Aix.	»	1,500	»	220	1903	Canal de Peyrolles.	3	12	15	»
Salon	14050	ch. l. cant.	Aix.	»	»	»	250	1901	Canal de Craponne.	9,50	55	»	»

Département de la Côte-d'Or.

Usines alimentant plusieurs localités.

Bézouette	»	comm.	Dijon.	4	20,800	5000	120	1902	Bèze.	1,80	60	35	»
Drambon	»	comm.	Dijon.	5	14,900	4800	120	1906	Bèze.	3	100	»	»
Gilly-les-Vougeot (2)	»	comm.	Beaune.	5	10	5000	120	1909	Vauge.	2,60 3,80	20 40	40 »	» »

Usines locales.

Arc-sur-Tille	781	comm.	Dijon.	»	»	»	110	1908	Tille.	4,05	40	35	»
Beire-le-Châtel	683	comm	Dijon.	»	»	»	220	1907	Tille.	3,50	12	25	»
Bouilland	383	comm.	Beaune.	»	1,500	»	120	1910	Rhoin.	4	5	»	»
Fauverney	423	comm.	Dijon.	»	»	»	110	1909	Ouche.	2,80	8	»	»
Savigny-les-Beaune	1565	comm.	Beaune.	»	»	»	150	1908	Rhoin.	2,90	7	25	accus

RECTIFICATIONS. — Marcilly-sur-Tille alimente maintenant plusieurs localités.

Département du Doubs.

Usines alimentant plusieurs localités.

Avanne	»	comm	Besançon.	2	2,500	»	220	1905	Doubs.	1,50	75	»	»
La Goulisse	»	(3)	Baume-les-Dames.	12	12	5000	120	1895	Doubs.	1,60	240	200	»
Moncley	»	comm.	Besançon.	23	30	5000	110	1907	Ognon.	1,50	80	»	»
Pont-sur-l'Ognon	»	comm.	Baume-les-Dames.	2	5	»	110	1901	Ognon.	1,50	48	»	»
Refrain	»	(4)	Montbéliard.	12	50	52000	120	1907	Doubs.	60	9000	(5)	»
Roset-Fluans	»	comm.	Besançon.	4	4	3000	110	1907	Doubs.	1,40	180	»	»
Sancey-le-Grand	»	comm.	Baume-les-Dames.	4	3,500	»	220	1907	Voitie.	25	20	15	»
Scey-en-Varais	»	»	Besançon.	3	7	3000	250	1903	Loue.	2,10	39	»	»
Saint-Wit	»	comm.	Besançon.	25	22	5000	120	1905	Doubs.	1,50	213	100	»

Usines locales.

Cussey-sur-l'Ognon	230	comm	Besançon.	»	1	»	110	1903	Ognon.	1,95	90	»	»
Dung	304	comm.	Montbéliard.	»	650	»	110	1909	Ramier.	1,70	6	»	»

OBSERVATIONS. — Bien que l'énergie de l'usine de la Goule, sur le Doubs (rivière séparant la France de la Suisse), soit en grande partie utilisée en France, elle ne peut être comptée ici, l'usine étant sur le territoire suisse.

(1) Deux usines. — (2) Deux usines. — (3) Commune de Rang. — (4) Communes de Fournet et Blancheroche. — (5) Reçoit 1800 chevaux de Ronchamp (Haute-Saône).



USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.
1.	2.	3.		4.	5.	6.		7.
Département de l'Ain.								
Usine alimentant plusieurs localités.								
					km	v	v	
Jayat	»	comm.	Bourg.	7	12	3000	120	1908
Maillat	»	comm.	Nantua.	2	1,600	»	150	1899
Mijoux	»	comm.	Gex.	2	9	3000	110	190[illegible]
Usines locales.								
Massignieu-de-Belmont	120	(1)	Belley.	»	0,600	250	125	[illegible]
Montrevel	1435	ch. l. cant.	Bourg.	»	1,700	»	110	[illegible]
Polliat	1397	comm.	Bourg.	»	3	3000	110	[illegible]

Rectifications. — L'usine de Charmine n'alimente qu'une localité, Oyonnax, tan[illegible] maintenant deux.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.
Département des Basses-Alpes.								
Usines locales.								
Blégiers	1296	comm.	Digne.	»	24	»	[illegible]	[illegible]
Mezel	620	ch. l. cant.	Digne.	»	»	240	[illegible]	[illegible]

Rectifications. — L'usine de Barcelonnette ne fonctionne plus ; serv[illegible]

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.
Département des Hautes-Alp[illegible]								
Usines alimentant plusieurs lo[illegible]								
Aiguilles	»	ch. l. cant.	Briançon.	3	7	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Savines	»	ch. l. cant.	Embrun.	3	10	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ventavon	»	comm.	Gap.	3	11,500	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Usines locales.								
Champcella	459	comm.	Briançon.	»	0,60[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Rectifications. — La seconde usine d'[illegible]

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.
Département de l'[illegible]								
Usines alimentant plus[illegible]								
Aubenas	»	ch. l. cant.	Privas.	2	3[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Usines loc[illegible]								
Saint-Pierreville	1704	ch. l. cant.	Privas.	»	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Rectifications. — L'usine dite de Marcols e[illegible]

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.
Département des B[illegible]								
Usines[illegible]								
Aix	»	ch. l. arr.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Saint-Chamas (3)	»	comm.	Aix.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

(1) Commune de Belmont. — (2) Relié à la S[illegible]

…	…	TENSION pri-maire.	TENSION distri-bution.	ANNÉE de l'équipement électrique.	COURS D'EAU.	HAUTEUR de la chute.	PUISSANCE hydraulique.	PUISSANCE thermique.	ACCUMULA-TEURS.
		6.		7.	8.	9.	10.	11.	12.
Saône (*suite*).									
	…00	v »	v 110	1908	Saône.	m 1,20	ch 23	ch »	»
	…00	»	110	1905	Ognon.	1	8	»	»
	…500	»	120	1907	Saône.	0,80	12	»	»
	…600	»	120	1906	Gourgeonne.	1,50	12	»	»
	1500		110	1908	Scey.	1	8	»	»
…te-Saône : Aillevillers et Saint-Loup-sur-Semouze.									
…e Belfort.									
…nt.									
Saône-et-Loire.									
…plusieurs localités.									
	13	5200	120	1909	Grosne.	1,80	80	»	»
	9	3000	240	1909	Grosne.	2,60	50	32	»
…nt de la Savoie.									
…es locales.									
	3	3000	150	1907	Merderel.	15	25	»	»
	0,760	»	240	1908	Ponthurin.	6	10	»	»
»	2,500	»	120	1910	Rieu Roux.	110	200	»	»
»	»	»	125	1890	Arc.	2	480	»	»
»	0,500	»	110	1892	Glaudon.	20	40	»	»
»	1,500	»	110	1889	Grolière.	250	30	»	»
»	11	14500	110	1899	Doron de Belleville.	362	9068	»	»
…ment de la Haute-Savoie.									
…mentant plusieurs localités.									
5	18	5000	135	1910	Borne.	16	100	»	»
Usines locales.									
»	7	4000	125	1908	Bon Nant.	50	5000	500	»
…Département de Vaucluse.									
Usines locales.									
»	1,100	»	120	1889	Seille.	3,20	20	»	»
»	»	»	110	1909	Canal du Lez.	3,60	14	14	accus
»	»	»	100	1890	Ouèze.	5	33	35	accus
»	0,900	»	110	1881	Sorgue.	1,50	4	»	»
…on serait dans la Drôme et alimenterait maintenant quatre localités en tout.									
Département des Vosges.									
Usines locales.									
»	1,450	»	220	1905	Coney.	2	85	»	»

…e de Villarlurin. — (³) Commune de Saint-Gervais-les-Bains.

USINES. 1	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12

Département de la Drôme.

Usines alimentant plusieurs localités.

					km	v	v			m	ch	ch	
Vinsobres	»	comm.	Nyons.	2	3,500	2400	125	1910	Eygues.	6	30	18	»
Oriol-en-Royans	»	comm.	Valence.	2	4,500	5000	110	1910	Lyonne.	24,50	165	»	»
Allex	(1)	comm.	Die.	3	7	»	110	1904	Drôme.	17	160	70	»

Usines locales.

La Bâtie-Rolland	601	comm.	Montélimar.	»	»	»	80	1906	Jabron.	4	8	»	»
Manas	218	comm.	Montélimar.	»	»	»	80	1900	Roubion.	2,15	2	»	»
Mollans	1153	comm.	Nyons.	»	10	5000	70	1901	Derboux.	15	20	»	»
Pont-de-Barret	697	comm.	Montélimar.	»	»	»	120	1900	Roubion.	4	8	»	»
Saint-Gervais	809	comm.	Montélimar.	»	»	»	120	1906	Roubion.	4	10	»	»

Département du Gard.

Usines locales.

Collias	589	comm.	Uzès.	»	»	»	110	1886	Gardon.	3	10	»	»
Lasalle	2200	ch. l. cant.	Le Vigan.	»	1	»	120	1890	Salindrinque.	7,50	40	»	»

Département de l'Isère.

Usines alimentant plusieurs localités.

Allemond	»	comm.	Grenoble.	(4)	360	50000	120	1910	Eau d'Olle.	376	6500	»	»
Chapareillan	»	comm.	Grenoble.	(4)	20	10000	220	1894	Cernon.	620	540	»	»
Jouchy (2)	»	»	Grenoble.	(3)	50	10000	110	1907	Laffrey.	570	3000	»	»

Usines locales.

Laval	769	comm.	Grenoble.	»	4	»	110	1907	Brignoud.	180	675	800	»
Pont-Haut (5)	»	»	Grenoble.	»	50	26000	120	1903	Roizonne.	208	7000	»	»
Révei	602	comm.	Grenoble.	»	4	2400	110	1879	Doménon.	72	350	300	»

REMARQUE. — Étant donné le grand nombre d'usines de ce département, il n'a pas été possible de tenir compte des petites distributions ; il faut supprimer Livet, devenu uniquement usine électrométallurgique.

Département du Jura.

Usines alimentant plusieurs localités.

Moulin-de-Marigna	»	(6)	Saint-Claude.	3	12	5000	120	1907	Marigna.	5	25	30	»
Les Planches	»	ch. l. cant.	Poligny.	4	24	5000	120	1910	Saine.	30	60	80	»

RECTIFICATIONS. — On voit figurer dans l'Ain l'usine de Mijoux, supprimée dans le Jura. — Dôle et Pont-de-Poitte alimentent maintenant plusieurs localités.

Département du Rhône.

Néant.

Département de la Haute-Saône.

Usines alimentant plusieurs localités.

Membrey	»	comm.	Gray.	3	2,200	1000	120	1908	Vannon.	2	15	»	»
Pont-du-Bois	»	comm.	Vesoul.	3	18	5000	110	1908	Coney.	3,15	75	»	»

(1) Commune de Livron. — (2) Commune de Vizille. — (3) Le nombre exact n'est pas parvenu à temps. — (4) En parallèle avec d'autres usines. — (5) Commune de Nantes-en-Rattier. — (6) Commune de Chassol.



USINES. 1.	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT. 4.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution. 6.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12.

Département de la Haute-Saône (*suite*).

Usines locales.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
Jonvelle	515	comm.	Vesoul.	»	1,500	»	110	1908	Saône.	1,20	23	»	»
Melisey	1652	ch. l. cant.	Lure.	»	1,200	»	110	1905	Ognon.	1	8	»	»
Soing	483	comm.	Gray.	»	1,500	»	120	1907	Saône.	0,80	12	»	»
Vauconcourt	412	comm.	Gray.	»	1,600	»	120	1906	Gourgeonne.	1,50	12	»	»
Villersexel	1051	ch. l. cant.	Lure.	»	2	1500	110	1908	Scey.	1	8	»	»

RECTIFICATIONS. — Il y a lieu de retrancher dans la Haute-Saône : Aillevillers et Saint-Loup-sur-Semouze.

Territoire de Belfort.

Néant.

Département de Saône-et-Loire.

Usines alimentant plusieurs localités.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
Beaumont sur-Grosne	»	comm.	Chalon-sur-Saône.	6	13	5200	120	1909	Grosne.	1,80	80	»	»
Cormatin	»	comm.	Mâcon.	3	9	3000	240	1909	Grosne.	2,60	50	32	»

Département de la Savoie.

Usines locales.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
La Chambre	1106	ch. l. cant.	St-Jean-de-Maurienne.	»	3	3000	150	1907	Merderel.	15	25	»	»
Landry	522	comm.	Moutiers.	»	0,760	»	240	1908	Ponthurin.	6	10	»	»
Modane	4445	ch. l. cant.	St-Jean-de-Maurienne.	»	2,500	»	120	1910	Rieu Roux.	110	200	»	»
Plan d'Arc	2045	(1)	St-Jean-de-Maurienne.	»	»	»	125	1890	Arc.	2	480	»	»
Saint-Étienne-de-Cuines	1276	comm.	St-Jean-de-Maurienne.	»	0,500	»	110	1892	Glaudon.	20	40	»	»
Saint-Jean-de-Maurienne	3110	ch. l. arr.	»	»	1,500	»	110	1889	Grolière.	250	30	»	»
La Rageat	265	(2)	Moutiers.	»	11	14500	110	1899	Doron de Belleville.	362	9068	»	»

Département de la Haute-Savoie.

Usines alimentant plusieurs localités.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
Saint-Pierre-de-Rumilly	»	comm.	Bonneville.	5	18	5000	135	1910	Borne.	16	100	»	»

Usines locales.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
Bionnay	2022	(3)	Bonneville.	»	7	4000	125	1908	Bon Nant.	50	5000	500	»

Département de Vaucluse.

Usines locales.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
Courthézon	3056	comm.	Avignon.	»	1,100	»	120	1889	Seille.	3,20	20	»	»
Grillon	1136	comm.	Orange.	»	»	»	110	1909	Canal du Lez	3,60	14	14	accus
Vaison	3048	ch. l. cant.	Orange.	»	»	»	100	1899	Ouèze.	5	33	35	accus
Védènes	1740	comm.	Avignon.	»	0,900	»	110	1881	Sorgue.	1,50	4	»	»

RECTIFICATIONS. — L'usine qui alimente Vaison serait dans la Drôme et alimenterait maintenant quatre localités en tout.

Département des Vosges.

Usines locales.

USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE (km)	TENSION primaire (v)	TENSION distribution (v)	ANNÉE	COURS D'EAU.	HAUTEUR (m)	PUISSANCE hydraulique (ch)	PUISSANCE thermique (ch)	ACCUMULATEURS.
Uzenain	1363	comm.	Épinal.	»	1,450	»	220	1905	Coney.	2	85	»	»

(1) Commune de Saint-Michel. — (2) Commune de Villarlurin. — (3) Commune de Saint-Gervais-les-Bains.

réunit dans son *Bulletin*, les priant d'aider à compléter nos tableaux, en faisant connaître, au Directeur technique de la Rédaction, les renseignements voulus sur leurs usines. Une réponse nous parvenait bien et elle faisait présager un bien beau résultat d'une enquête complète : rien que pour le Jura, notre correspondant improvisé nous signalait neuf lacunes dans nos tableaux! Malgré tout, ce n'était pas assez, pour l'ensemble du bassin.

Le souvenir me revenait à propos de l'appui encore plus précieux par son importance, trouvé par l'amateur statisticien auprès de la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles à l'occasion de l'Exposition de Bruxelles 1910. Si les Lexiques que nous avons produits [1] et que nous allons continuer à produire, énumèrent les cours d'eau ayant présenté une utilisation minima de 25 chevaux, j'avais rêvé d'un répertoire plus complet avec *criterium* de 10 chevaux seulement (j'ai même démontré que certaines de ces dernières rivières étaient maintenant utilisées pour des distributions publiques).

Je tenais même ce Lexique étendu, ce Dictionnaire plutôt, tout prêt à la disposition d'un éditeur pour le bassin de la Loire. Or, une représentation, sous forme de carte, fut jugée des plus intéressantes par M. Dabat, Directeur au Ministère de l'Agriculture. Il a tenu à faire dresser cette carte à grande échelle et l'a fait figurer parmi les objets exposés à Bruxelles par la Direction de l'Hydraulique agricole.

Les tableaux de même forme que ceux donnés le 30 avril 1910, mais parus, pour le bassin de la Loire, dans le supplément de mon ouvrage *La Houille verte*, furent mis à jour dans ce but par les soins des Ingénieurs en chef de chaque département intéressé.

Dans le cas présent, pour le bassin du Rhône, j'ai eu l'heureuse fortune d'avoir encore gain de cause et après cette revision administrative d'obtenir la permission de donner ces résultats complémentaires à *La Revue électrique*, dont les premiers tableaux avaient servi cette fois-ci en quelque sorte de questionnaires. Comme les autres fois, le graphique chronologique produit donne une idée favorable du développement constant du nombre des distributions publiques hydro-électriques. Nous pourrons donc très prochainement publier un *Lexique des meilleures rivières* de ce bassin complet avec les usines existantes jusqu'en 1910.

Henri BRESSON.

SURTENSIONS.

Vérifications pratiques de la théorie des surtensions.

Sous ce titre, MM. Giles et Wohlleben ont publié [2] une réfutation des critiques que M. Schrottke [3] avait formulées contre l'emploi des condensateurs en général et des soupapes électriques, système Giles, proposées comme appareils de sécurité contre les surtensions sur les réseaux à courants alternatifs [1]. Depuis, M. Giles a fait, sur ce même sujet, une communication très intéressante à la réunion du mercredi 11 janvier 1911 de la Société internationale des Électriciens et, à cette occasion, il a complété la rédaction de l'article, dont nous avions donné une analyse, de façon à répondre en partie aux objections, parfois trop spécieuses, soulevées par son contradicteur. Nous ne nous arrêterons donc pas à la discussion relative à l'importance des charges statiques et des appareils destinés à les écouler à la terre; avec M. Bochet, président de la Société internationale des Électriciens, et M. Boucherot, pour ne citer que ces deux autorités, nous continuerons encore à admettre que « les décharges atmosphériques sont de caractère oscillatoire et de très haute fréquence », phénomène que les auteurs ont cherché à établir en se basant sur de nombreux faits d'expériences et tout particulièrement en exposant d'une façon très élégante leurs idées sur la manière dont sont détruits les enroulements des transformateurs et des machines [2].

Réponse aux objections de M. Schrottke sur l'emploi des condensateurs (*La Revue électrique*, 27 janvier 1911, p. 79, n° 3). — Les décharges inductives d'origine atmosphérique étant à hautes fréquences, aucun appareil à distance explosive ou résistance ohmique ne peut protéger le réseau; seul convient un parafoudre qui écoulera les décharges sans laisser passer le courant des machines, tout en restant constamment connecté à la ligne. La solution est fournie par l'emploi du condensateur qui est le seul appareil dont la résistance varie en raison inverse de la fréquence; mais quelle grandeur conviendra-t-il de lui donner pour obtenir une protection efficace ? Il ne faut pas du tout, comme le pense M. Schrottke, que sa capacité soit multiple de celle de la ligne; il suffit qu'elle soit de même ordre que celle de la portion de la ligne correspondant à une demi-onde de l'oscillation forcée transmise par les décharges. Ces oscillations étant comprises entre 100000 et 1000000 de p : s, les demi-longueurs d'onde correspondantes sont comprises entre 150 m et 1500 m et les capacités des lignes pour ces longueurs sont à peu près de 0,015 à 0,0015 microfarad. On voit combien sont petites les capacités des batteries nécessaires pour obtenir un effet utile. Par exemple, sur une ligne de 160 km de longueur, ayant une capacité de 1,4 microfarad environ par conducteur, les auteurs ont réalisé une protection efficace, en disposant sur chaque conducteur et à chaque extrémité de la ligne une capacité de 0,02 microfarad environ. Sur une ligne de 50 km de longueur, à 32000 volts, on est

(1) La Loire (15 février 1908), la Seine (15 janvier 1909).

(2) G. GILES et M. WOHLLEBEN (*Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXI, 22 et 29 septembre 1910, p. 958 à 963 et 989 à 993).

(3) *La Revue électrique* du 27 janvier 1911, p. 77 à 84.

(1) *La Revue électrique*, 15 décembre 1910, p. 447 à 454.

(2) Nous croyons aussi devoir rappeler une observation citée par M. Giles. Sur la ligne de transport Bellegarde-Lyon (triphasée, 40000 volts, 160 km), on a constaté que lorsqu'un orage éclatait au-dessus de Virieu-le-Grand, à 35 km de Bellegarde, l'usine de Bellegarde ne recevait pas les décharges. Ce fait précis montre que, non seulement les actions sont à haute fréquence, mais encore qu'il ne s'agit pas d'oscillations libres qui mettraient toute la ligne en vibration, car alors les deux extrémités seraient particulièrement influencées. Il s'agit au contraire d'oscillations forcées ayant la fréquence de la décharge.

parvenu à une protection efficace par l'insertion à chaque extrémité d'une capacité de 0,038 microfarad environ. C'est cette augmentation extrêmement faible de la capacité de la ligne que M. Schrottke critique, en disant que le condensateur augmente la capacité du système oscillant et en même temps l'énergie potentielle des oscillations.

En ce qui concerne les réflexions de l'onde oscillatoire au point de branchement du condensateur avec la ligne, M. Giles rétorque les arguments de M. Schrottke de la manière suivante : « S'il se développe en un point quelconque d'une ligne non munie de condensateurs une onde de haute tension, celle-ci se propagera à droite et à gauche du point où elle est créée, parviendra aux deux extrémités où elle rencontrera la self-induction énorme des appareils récepteurs ou générateurs. Une certaine partie du courant continuera son mouvement dans les enroulements, en créant entre spires des différences de potentiel destructives; l'autre partie sera réfléchie en arrière par l'influence de la self-induction des machines. Il y aura, en tout cas, doublement de l'onde aux deux extrémités comme cela se produit à l'extrémité d'un tuyau acoustique fermé. Le fait d'intercaler entre le conducteur et la terre une résistance de quelques milliers d'ohms, même si elle est constamment branchée, ne produira aucun changement appréciable dans ces phénomènes; le fait de brancher une résistance avec une distance explosive produira encore moins d'effet, car la distance explosive ne fonctionnera pas du tout pour tous les phénomènes de tension inférieure à celle du réseau, bien que ceux-ci soient constamment dangereux. Donc, sans condensateur on aura le doublement de l'onde aux deux extrémités; avec condensateur à un bout, on ne l'aura qu'à l'extrémité où ne se trouve pas le condensateur. Avec condensateur aux deux bouts, on n'aura de doublement de l'onde ni à l'une ni à l'autre extrémité. Un condensateur étant comparable à un réservoir à parois élastiques, si on le branche sur une conduite électrique, il remplira, au point de vue de la diminution de pression, le même rôle qu'un réservoir à air branché sur une conduite hydraulique ».

Critique des expériences (*La Revue électrique*, 30 déc. 1910, p. 450). — Les auteurs auraient pu se dispenser de revenir sur ces expériences interprétées d'une façon par trop simpliste par M. Schrottke, qui ne leur reconnaît d'autre valeur que d'avoir démontré qu'une résistance ohmique, une self-induction et une capacité sont trois objets physiquement différents; en fait, ces expériences établissent bien que ces trois grandeurs se comportent différemment au point de vue de l'écoulement des décharges à haute fréquence ».

Surtensions d'origine intérieure [1]. — Nous envisageons surtout ici les surtensions consécutives à une rupture brusque du courant par les automatiques dont M. Schrottke nie l'importance; la destruction des interrupteurs, d'après lui, serait plutôt le fait de complications accidentelles. Or l'expérience montre que ces complications ne sont pas une exception, mais bien la règle; les constructeurs, en effet, ont imaginé les dispositifs les plus variés pour étouffer l'étincelle qui se manifeste à la rupture du courant; de nos jours, en particulier, les interrupteurs sont munies de résistances progressives. Les auteurs ont constaté dans une Centrale suisse la formation d'arcs de 350 mm de longueur sur des interrupteurs coupant des courts-circuits sur une ligne de 6000 kilowatts, la puissance totale de l'usine génératrice étant de 20000 kilowatts et la tension de 27000 volts. Steinmetz cite un cas où la rupture d'un court-circuit avait provoqué une surtension de 350000 volts. En résumé, une rupture brusque aux environs du maximum du courant excite toujours des surtensions dangereuses; dans les autres cas, pour n'être pas aussi violentes, ces manifestations amènent peu à peu une détérioration des isolants des machines et augmentent ainsi l'entretien annuel.

Réponse aux critiques de M. Schrottke sur les soupapes (*La Revue électrique*, 27 janv. 1911, p. 81, 83 et 84). — Contrairement aux affirmations de M. Schrottke, les 6, 8 ou 12 éléments contenus dans une soupape entreront simultanément en fonctionnement, pourvu que l'énergie disponible du fait de la surtension soit assez forte. Il est évident que si l'on branche une soupape à 6 colonnes, d'un débit individuel de 5 ampères, soit au total 30 ampères, sur un alternateur débitant 5 ampères seulement, on ne pourra amorcer toutes les colonnes à la fois.

D'autre part, jamais deux éléments ne commenceront à fonctionner à la fois, mais une fois excités, ils continuent à fonctionner ensemble. En effet, les éclateurs ne sont jamais réglés au même voltage. Quand une surtension se produit, un premier élément s'amorce; s'il est suffisant pour écouler la surtension, les autres ne marcheront pas puisque la tension cesse de monter; s'il est insuffisant, la tension continuant à augmenter, un deuxième élément entrera en ligne dès que sa tension de réglage sera atteinte; à ce moment, les deux éléments travailleront simultanément; et ainsi de suite jusqu'à ce que le nombre de colonnes en activité soit tel que leur résistance équivalente puisse absorber la surtension. La marche inverse a lieu à l'extinction qui se produit à la fin de la demi-période. Si, à la demi-période suivante, la surtension ne se renouvelle pas, la soupape ne s'amorcera plus.

Les fusibles ne peuvent pas fondre sous le courant normal, comme le prétend M. Schrottke, car une colonne de soupape absorbe, à l'instant de son fonctionnement maximum, 5 ampères pendant moins d'une alternance; alors que les fusibles sont prévus pour fondre à 3,5 ampères en 2 secondes et 40 ampères en une demi-période ou $\frac{1}{100}$ de seconde, c'est-à-dire pour ne jamais fonctionner en régime normal des appareils. Les auteurs ne pensent pas, comme M. Schrottke, que plus souvent un éclateur enfermé fonctionne, plus il exige une tension élevée pour se réamorcer. D'après leur expérience, l'amorçage doit au contraire être facilité d'abord par l'échauffement des surfaces, puis par la production de bioxyde d'azote et l'ionisation de l'air; c'est probablement

[1] Ce paragraphe débute par une longue dissertation théorique, le plus souvent basée sur des analogies hydrauliques et mécaniques, dont les auteurs tirent la classification suivante sur les surtensions d'origine intérieure : 1° celles dues aux constantes même du réseau; 2° celles dues à des défauts se produisant sur le réseau; 3° enfin celles dues à des variations brusques de régime.

pour cette raison aussi que les Siemens-Schuckertwerke ont adapté des éclateurs en vase clos à leurs parafoudres à cornes à transformateurs Tesla, qu'ils proposent comme des appareils de précision. La capacité calorifique des résistances annexées aux soupapes, bien que faible, est cependant largement suffisante comparativement à celle des lourdes résistances à huile, parce que les soupapes ne fonctionnent que pendant la durée de la surtension, alors que le parafoudre à cornes reste encore en activité des centaines de périodes après la disparition de la surtension, et c'est le courant du réseau qui produit l'échauffement et non la surtension.

On a constaté, dans les laboratoires de Siemens même, que si des soupapes étaient disposées en parallèle avec des parafoudres à cornes, ceux-ci cessaient de fonctionner, montrant ainsi que les soupapes enlevaient les surtensions.

Une autre expérience intéressante a été faite à la Deutsch Luxemburgische, Bergwerks- und Hütten A. G., de Differdange. Un moteur de 2000 chevaux, entraînant un train de laminoirs et protégé par des parafoudres à cornes, avait de nombreux accidents. On plaça d'abord aux bornes du moteur un jeu de soupapes à 6 colonnes ayant chacune une résistance de 1800 ohms, ce qui donnait une résistance équivalente de 300 ohms. Les accidents ont persisté. Après quelques tâtonnements on a fini par mettre des soupapes à 12 colonnes, ayant une résistance individuelle de 800 ohms, soit une résistance équivalente de 70 ohms; à partir de ce moment les accidents ont cessé. Il est bien évident, d'ailleurs, qu'un parafoudre à cornes qui a 12000 ohms de résistance n'écoule pas plus d'énergie que 6, 8 ou 12 colonnes de soupapes qui ont une résistance de 300, 225 ou 150 ohms.

M. Schrottke reconnaît, d'autre part, que les soupapes se prêtent à un réglagle plus précis que les parafoudres à cornes, et comme la pratique montre que l'appareil n'est jamais détruit sur les réseaux, les auteurs croient pouvoir conclure que toutes les objections faites par leur contradicteur se réduisent à néant.

Discussion des expériences de M. Schrottke. — Ces expériences ne peuvent résister même à un examen superficiel. La disposition était celle de la figure 1; un alternateur de 100 kilowatts à 10000 volts, ayant une self-induction L, débitait sur une ligne artificielle à self-induction et capacité uniformément réparties par rapport à la terre. En F, on avait créé un défaut formé par une distance explosive. Le limiteur de tension était un parafoudre à cornes S_2 en série avec une résistance R de 1750 ohms. On pouvait, à l'occasion, remplacer ce parafoudre à cornes par une soupape. Tout d'abord, il y a lieu de se demander pourquoi on a voulu faire l'essai d'une soupape sur une ligne aérienne alors que cet appareil est exclusivement destiné aux réseaux de câbles; de même que l'on a parlé des condensateurs à propos de réseaux de câbles, alors que ces appareils s'appliquent aux réseaux aériens.

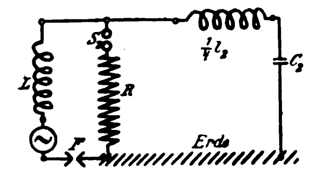


Fig. 1. — Schéma des expériences de M. Schrottke.

Quoi qu'il en soit, le circuit figuré ci-dessus devient le siège de surtensions au plus égales au double de la tension normale, comme l'ont établi les auteurs dans une partie théorique que nous n'avons pas reproduite, et leurs calculs se vérifient assez exactement sur les courbes de M. Schrottke. Ces surtensions ne sont pas dangereuses. Mais si la résistance R du parafoudre est insuffisante, il se produit, en plus, des courants de haute fréquence que l'oscillographe ne peut plus enregistrer, puisque sa limite d'emploi est de 1200 à 15000 périodes par seconde.

Pour établir ses courbes, M. Schrottke fait fonctionner l'alternateur à vide sur la ligne, après avoir réglé l'excitation pour obtenir la tension normale sans courant. Puis il a relevé des courbes en excitant le parafoudre à cornes qui, ayant une résistance de 1750 ohms, absorbait sous 10000 volts, 5,7 ampères. Dans ces conditions, le parafoudre ne s'éteignait jamais et, comme il prenait 5,7 ampères à une machine dont l'excitation était réglée pour donner 10000 volts à vide, il se produisait une chute importante de tension, ce qui n'a rien d'étonnant puisque la résistance était choisie pour absorber presque toute la puissance de la machine. Cette expérience montre simplement que la tension d'une machine baisse quand on la fait travailler à pleine charge sans toucher à l'excitation. Ensuite, M. Schrottke a substitué au parafoudre à cornes une soupape électrique à 12 étincelles dont l'amorçage réel a lieu aux environs de 18000 volts, et a constaté qu'elle ne fonctionnait pas à chaque période, ce qui est encore tout naturel puisqu'on lui appliquait une tension inférieure à son réglage. Si, dans ces conditions, deux colonnes ne s'amorçaient pas en même temps, cela proviendrait de ce que la soupape, ayant une résistance équivalente de 300 ohms, absorberait sous 1800 volts 60 ampères, puissance bien supérieure à celle de l'alternateur en question. Le jeu d'une seule colonne suffit pour provoquer une chute de tension telle que l'amorçage des autres est impossible. C'est pour cette raison que M. Schrottke n'a pu constater le fonctionnement simultané de plusieurs colonnes; avec une machine de 10 000 kilowatts, les phénomènes auraient été exactement ceux que les auteurs ont décrits.

En terminant cette discussion, les auteurs rappellent qu'ils ont livré, depuis cinq ans, environ 5000 condensateurs ou soupapes, dont les 4 cinquièmes ont servi à remplacer des appareils à cornes ou à rouleaux qui ne donnaient pas satisfaction.

B. K.

APPLICATIONS MÉCANIQUES.

MÉTIERS A TULLES ET DENTELLES.

La puissance requise pour le fonctionnement des métiers à tulles, dentelles, etc.

Le développement des grands réseaux de distribution d'énergie électrique qui ont été créés dans ces dernières années est intimement lié à l'accroissement des applications de l'électricité. Parmi celles-ci il en est une que les ingénieurs ont envisagée depuis longtemps : c'est la commande par moteurs électriques des nombreux types de métiers utilisés pour la fabrication des tissus. Malheureusement il est souvent difficile de se rendre compte de la puissance requise par ces divers métiers et par conséquent d'évaluer l'importance que peut avoir, pour une compagnie de distribution d'énergie électrique, le recrutement parmi sa clientèle des fabricants de tissus. Un Ouvrage récemment publié par M. Léon MELOT (1) fournit sur un cas particulier, la fabrication des tulles, dentelles ou broderies, quelques renseignements sur lesquels il nous paraît utile d'appeler l'attention des lecteurs de cette *Revue*.

MÉTIERS CIRCULAIRES. — Tout d'abord l'auteur s'occupe des métiers circulaires qui permettent d'obtenir le tulle proprement dit à une maille déterminée pour chaque type de métier : tulles unis et grecs, à mailles hexagonales et arrondies, tulles fantaisie, points d'esprit, bruxelles, etc. Ces métiers circulaires sont de deux sortes désignées par : rolling-locker et double-locker. D'une façon générale on emploie les premiers pour les gros points et les seconds pour les fins points. Le rolling-locker produit un tulle très régulier et peut être animé d'une grande vitesse; le double-locker permet d'employer des cotons de moins bonne qualité et sa production est plus faible que celle du rolling-locker.

L'un et l'autre de ces métiers est caractérisé par sa vitesse de rotation, sa largeur (évaluée en pouces) et par le nombre de chariots par pouce, qu'on nomme le *gauge* en points du métier. La puissance nécessaire pour actionner un métier dépend nécessairement de ces trois caractéristiques.

A la suite de nombreuses mesures sur des métiers dont les caractéristiques étaient différentes l'auteur est parvenu à déterminer les formules empiriques donnant cette puissance, pour les deux espèces de métiers indiquées plus haut, en fonction de ces caractéristiques. Ces formules sont les suivantes : pour le rolling-locker

$$(1) \quad \text{Puissance} = K\left(1 + \frac{5}{4}\,\frac{P - 220}{220} + \frac{5}{4}\,\frac{10,5 - p}{10,5} + 2\,\frac{t - 57}{57}\right),$$

et pour le double-locker

$$(2) \quad \text{Puissance} = K\left(1 + \frac{5}{4}\,\frac{P - 220}{220} + \frac{p - 10,5}{10,5} + 2\,\frac{t - 57}{57}\right),$$

où P désigne la largeur en pouces, p le gauge en points, t la vitesse angulaire exprimée en tours par minute et K un coefficient qui est égal à 800-850 watts dans la formule (1) et à 525-550 watts dans la formule (2).

Les mêmes formules sont d'ailleurs applicables au calcul de quelques autres données telles que puissance du moteur électrique qui doit être employé, consommation d'énergie, etc. En effet, ces diverses grandeurs étant proportionnelles à la puissance requise, il suffit simplement de modifier la valeur du facteur K pour les obtenir. Le Tableau suivant indique quelles sont les valeurs qu'il convient de donner à K dans les formules (1) et (2) pour calculer les grandeurs nommées dans la première colonne du Tableau :

	Valeurs de K		
	Rolling-locker.	Double-locker.	
Puissance du métier....	800 à 850	525 à 550	watts
Puissance du moteur...	1,5	1	cheval
Consommation par rack :			
métier seul..........	160 à 170	110 à 120	w-h
Métier et préparation ..	180 à 190	130 à 140	w-h
Consommation journalière (force motrice seule)...............	14 à 16	10 à 12	kw-h
Consommation annuelle :			
Force motrice seule..	4000 à 4400	2800 à 3100	kw-h
Force motrice et éclairage (1)...........	4400 à 4800	3200 à 3500	kw-h

Comme exemple d'application de ces formules, cherchons la puissance du moteur électrique qui convient pour actionner un métier de 274 pouces, 7,5 points, rolling-locker, tournant à raison de 57 tours par minute. Nous aurons, par la formule (1),

$$1,5\left(1 + \frac{5}{4} \times \frac{274 - 220}{220} + \frac{5}{4}\,\frac{10,5 - 7,5}{10,5} + 2\,\frac{57 - 57}{57}\right)$$

(1) *L'Électricité dans l'industrie des tulles, dentelles, broderies*, une brochure $21^{cm} \times 14^{cm}$, 64 pages, 4 planches, librairie CH. SERVIN, place de l'Hôtel-de-Ville, à Caudry, prix : 3 francs. Outre les considérations dont il est donné ci-dessus un résumé et qui intéressent surtout les électriciens, cet Ouvrage contient, dans sa seconde partie, des considérations sur les avantages que présente l'électrification des métiers dans l'industrie du tulle et qui s'adressent particulièrement aux fabricants.

(1) L'auteur estime que les installations d'éclairage des ateliers sont généralement peu pratiques et peu économiques ; il a étudié la disposition des lampes qui convient le mieux pour l'éclairage des différents métiers, et c'est d'après le prix de revient de l'éclairage ainsi obtenu qu'ont été déterminés les coefficients K.

9...

ou

$$1,5(1+0,307+0,357+0)=1,5\times1,664,$$

soit

$$2,5 \text{ chevaux.}$$

Un autre problème qui peut se faire en pratique est le suivant : Un industriel fournit la force motrice pour un métier de 220 pouces, 10,5 points, 57 t : m, à raison de 600 fr par an; à quel prix devra-t-il fournir la force motrice pour un métier de 280 pouces, 10,5 points, 67 t : m?

La réponse à cette question est évidemment donnée par

$$600(1+0,34+0,35)=1014 \text{ fr.}$$

Métiers de dessin. — Les métiers de dessin permettent d'obtenir toutes les variétés de tulles et dentelles mécaniques telles que : valenciennes, alençon, chantilly, calais, guipure, etc. sur le même métier, simplement en modifiant le jeu des différents fils. Outre les trois données caractéristiques qui ont été indiquées à propos des métiers circulaires, les métiers de dessin en comportent deux autres : le nombre B des barres Jacquard et le nombre b de fines barres. La formule de ces métiers est alors

$$(3)\quad K\left(1+\frac{3}{5}\,\frac{P-150}{150}+\frac{1}{10}\,\frac{p-9}{9}+\frac{7}{5}\,\frac{t-110}{110}+\frac{1}{6}\,\frac{B-100}{100}+\frac{1}{8}\,\frac{b-100}{100}\right).$$

Comme les formules (1) et (2), celle-ci permet de calculer diverses quantités en prenant pour K les valeurs suivantes :

	K.	
Puissance du métier	525 à 550	watts
Puissance du moteur	0,8 à 1	cheval
Consommation par rack (force motrice)	140 à 150	w-h
Consommation par rack (métier et préparation)	160 à 170	w-h
Consommation journalière (force motrice)	7 à 8	kw-h
Consommation annuelle (force motrice)	2000 à 2100	kw-h

Métiers a broder. — La broderie est une application de fils de coton, soie, or, argent, cuivre, acier, etc. sur fond de tulle ou de tissu. Les fils brodeurs, destinés à être appliqués sur le fond, sont placés sur des bobines et passent dans l'œil d'une aiguille animée d'un mouvement horizontal de va-et-vient durant lequel elle traverse le fond à broder. Ces fils sont maintenus sur le fond par une deuxième série de fils contenus dans des navettes animées d'un mouvement alternatif horizontal ou oblique dans un plan vertical normal au plan des aiguilles. Le dessin est obtenu par le déplacement du fond devant les aiguilles. Ce mouvement peut être produit à la main avec un pantographe, ou automatiquement à l'aide d'un Jacquard.

Les facteurs ayant une action importante sur la puissance prise par le métier sont : sa vitesse angulaire, sa longueur utile (qui est exprimée en mètres), la nature du fil et la dureté du fond. En prenant comme étalon le métier de 4,50 m (on en fait jusqu'à 9,20 m), tournant à 110 t : m, la formule générale est

$$K\left(1+\frac{2}{5}\,\frac{L-450}{450}+\frac{1}{2}\,\frac{t-110}{110}\right),$$

où, suivant les quantités à calculer, on doit donner à K les valeurs suivantes, d'après les essais de M. L. Melot :

	K.	
Puissance du métier	100 à 105	watts
Puissance du moteur	0,4	cheval
Consommation par point	0,25 à 0,28	w-h
Consommation journalière	1 à 1,1	kw-h
Consommation annuelle	281 à 300	kw-h
Consommation annuelle avec éclairage	560 à 600	kw-h

Il faut également tenir compte de l'énergie nécessaire au fonctionnement de la machine à perforer les cartons destinés aux métiers à Jacquard; cette machine peut être actionnée par un moteur de $\frac{1}{3}$ de cheval. En outre, tous les ateliers de broderie sont munis de machines à coudre pour le raccommodage; ces machines, qui peuvent être actionnées par des moteurs de 0,1 à 0,2 cheval, sont souvent groupées et actionnées par un moteur de 0,5 à 0,7 cheval et une transmission.

Quelques résultats d'exploitation. — Les formules précédentes ont été établies d'après des essais de longue durée afin qu'elles tiennent compte des pertes d'énergie résultant des arrêts et démarrages très fréquents des moteurs. Pour les confirmer, M. Melot cite quelques résultats d'exploitation qui lui ont été donnés par les fabricants eux-mêmes, résultats qui se rapportent les uns à de petits ateliers de 2 à 5 métiers seulement, les autres à un ensemble d'ateliers groupés contenant 66 métiers divers.

Dans un atelier de 2 métiers rolling-rocker, l'un de 280 pouces, 10,5 points, l'autre de 240 pouces, 11,5 points, tournant tous deux à 66 t : m, la consommation, éclairage compris, a été de 310 watts-heure par rack, soit une dépense de 0,049 fr par rack. Dans un atelier de 5 métiers de dessin identiques, 186 pouces, 9 points, 145 à 150 t : m, la consommation moyenne par rack a été de 348 watts-heure et la dépense correspondante de 0,0558 fr. Dans un atelier de 2 métiers à broder de 6 m et 2 métiers à broder de 7 m, la consommation de l'année 1910 a été de 2662 kw : h, ce qui représente une consommation de 665 kw : h et une dépense de 106 fr par métier.

L'ensemble des ateliers contenant 66 métiers était alimenté par un transformateur de 87 kv-a recevant du courant triphasé à 5000 volts et donnant du courant secondaire à 200 volts entre phases; sur les 66 métiers installés, 44 étaient commandés par moteurs individuels; pendant l'année 1910 la consommation d'énergie mesurée sur le circuit haute tension a été de 128640 kw : h.

Pour les petits ateliers l'énergie électrique doit nécessairement être prise sur une distribution publique. Pour les grands ateliers, ou les ateliers groupés dans un même bâtiment, il est permis de se demander s'il est plus avantageux de s'adresser à une distribution publique ou de produire directement l'énergie électrique. M. Melot ne répond pas directement à cette question qui dépend de nombreux facteurs, et particulièrement de la durée d'utilisation des métiers, mais il donne des renseignements qui permettent à l'industriel de trouver la solution la plus économique quand il connaît la durée d'utilisation de ces métiers. En tenant compte de cette durée, M. Melot estime que, pour des puissances inférieures à 200 kw, une installation particulière ne peut produire l'énergie

électrique en courant triphasé à 200 volts, à moins de 9 centimes le kilowatt-heure si la majorité des métiers consiste en métiers circulaires; de 10 centimes s'il y a beaucoup de métiers de dessin; de 11 et 12 centimes si les métiers à broder sont en plus grand nombre que les métiers de dessin.

APPLICATIONS AUX MINES.

Essais d'une machine d'extraction électrique système Ilgner (1).

Les mines de cuivre du Michigan emploient généralement, pour l'extraction, des machines à vapeur Corliss duplex, sans condensation, alimentées par des chaudières séparées quand la distance entre les puits est grande. Pour centraliser la production de l'énergie et la rendre plus économique, la Winona Copper Company a installé une extraction électrique du type Ilgner, avec commande Ward Leonard. Une seule chose la différencie du groupe Ilgner ordinaire : c'est que deux génératrices sont accouplées à un unique moteur d'induction par des manchons élastiques. Ces génératrices alimentent des moteurs qui actionnent les treuils d'extraction de deux puits séparés : le puits n° 4 de Winona et le puits n° 2 de King Philip. Le moteur d'extraction du puits n° 4 est à 560 m environ de l'usine génératrice et c'est dans son bâtiment qu'on a installé le groupe moteur-générateur, qui se trouve à 500 m environ du puits n° 1 de King Philip.

Le groupe moteur-générateur est ainsi composé : au milieu est un moteur asynchrone de 450 chevaux, à 12 pôles, 600 t : m, 2080 volts, triphasé, 60 p : s, vitesse variable, relié de chaque côté à un volant de 20 tonnes et 3,28 m de diamètre, et à une génératrice à courant continu de 170 kw, à 6 pôles, 575 volts avec pôles auxiliaires. A chaque extrémité de l'arbre est une excitatrice qui fournit du courant à 125 volts. Le graissage des quatre paliers principaux, qui supportent les volants et les dynamos à courant continu, est fourni par deux pompes à huile commandées par l'arbre au moyen de courroies.

Les moteurs d'extraction sont de 200 chevaux, à 6 pôles, 550 volts et font 430 tours par minute; ils sont excités en dérivation. Le courant d'excitation, pour ces moteurs comme pour les dynamos, est fourni par les excitatrices du groupe, dont la tension est maintenue constante à 125 volts par des régulateurs. Dans les moteurs d'extraction, la variation et l'inversion du courant se font au moyen de combinateurs du type traction ordinaire, placés dans le circuit d'excitation des génératrices. Le premier contact de ce combinateur fait fonctionner un contacteur qui ferme le circuit principal allant de la génératrice au moteur.

Le courant alternatif qui alimente le moteur du groupe passe dans un régulateur qui fait varier la résistance intercalée dans le rotor en proportion du courant fourni au moteur.

Pendant le mois de février 1910, on a fait des essais détaillés de cette installation pour en apprécier le fonctionnement sous diverses conditions et pour déterminer les rapports charbon : minerai (1), qu'on voulait comparer avec les rapports obtenus avec les installations à vapeur.

Le puits n° 4 de Winona est desservi par le treuil d'extraction qui se trouve dans le bâtiment du groupe moteur-générateur. C'est un ancien treuil à vapeur, dont les manivelles ont été débiellées. Le moteur actionne l'arbre à manivelles par l'intermédiaire d'un train d'engrenages. Le tambour a 2,14 m de diamètre et reçoit environ 460 m de câble. Le câble a 28 mm de diamètre et pèse 3 kg par mètre. Le puits est à deux compartiments et les cages s'équilibrent.

Le puits n° 1 de King Philip est desservi par un ancien treuil à vapeur à engrenages, actionné par un moteur électrique de la même façon que celui du puits n° 4 de Winona. Le tambour a 1,50 m de diamètre et reçoit 365 m de câble. Ce câble a 25 mm de diamètre et pèse 2,35 kg par mètre. Le puits est à deux compartiments mais une seule cage fonctionne; la charge n'est donc pas équilibrée.

Les deux puits sont inclinés de 70° sur l'horizon.

Les cages des deux puits sont semblables et pèsent chacune 1300 kg. Chacune, remplie, contient 2,7 tonnes de minerai. On a fait les essais dans les conditions normales d'exploitation, avec charges variables.

On a fait un essai d'une heure dans les deux puits en même temps, en relevant les courbes de volts, d'ampères et de kilowatts correspondant à chaque manœuvre.

Des tables indiquent les charges extraites des différents niveaux de la mine, dans les deux puits, pendant cet essai. En ramenant tout à une même profondeur de 183 m (600 pieds), on trouve que le poids total de minerai extrait des deux puits a été de 133 tonnes. On a d'autre part fourni, pendant ce laps d'une heure, 211 kilowatts-heure au groupe convertisseur. L'énergie nécessaire pour extraire une tonne nette de minerai d'une profondeur de 183 m, sur une inclinaison de 70°, est donc 1,58 kilowatt.

Des essais faits à l'usine génératrice, dans les conditions actuelles de faible charge, ont montré qu'il faut environ 1,8 kg de charbon pour produire 1 kilowatt-heure au tableau du groupe convertisseur. La quantité de charbon nécessaire pour extraire une tonne de la profondeur de 183 m est donc 2,82 kg, ce qui donne un rapport charbon : minerai de 1 à 310.

Pour comparer avec l'extraction par la vapeur, l'auteur a calculé le poids de minerai extrait et les kilowatts-heure absorbés par le convertisseur pendant un jour moyen :

	16 heures	× 211	kilowatts	=	3376	kilowatts-heure
	4 »	× 80	»	=	320	»
	1 »	× 55	»	=	55	»
	3 heures d'arrêt					
Total...	24 heures			Total...	3751	kilowatts-heure.

On n'extrait le minerai que pendant 16 heures sur 24, ce qui donne pour les deuxpuits un total de 2128 tonnes. C'est-à-dire qu'il faut 1,76 kilowatt pour extraire une tonne nette de minerai d'une profondeur de 183 m,

(1) D'après R.-R. SEEBER. Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 11 mars 1910: *Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXIX, 1910, p. 777-787.

(1) C'est-à-dire le poids de charbon qu'il faut brûler aux chaudières pour extraire un poid donné de minerais.

sur une inclinaison de 70°. Cela donne, pour les conditions ci-dessus, un rapport charbon : minerai de 1 : 279.

Le puits n° 3 de la mine de Winona est desservi par une machine à vapeur duplex actionnant le treuil par engrenages. Le puits est incliné de 70° sur l'horizon et les cages s'équilibrent. La machine à vapeur était d'abord alimentée par une chaudière séparée, et, dans ces conditions, en juin 1907, le rapport charbon : minerai, pour une profondeur de 183 m, fut 1 : 124. En août et septembre 1907, cette extraction fut desservie par une installation plus puissante, de sorte que la puissance qu'elle absorbait n'était que 15 à 20 pour 100 de la charge totale. Le rapport fut alors compris entre 1 : 175 et 1 : 200. Un puits d'une mine voisine a donné, pour une installation à vapeur analogue, les rapports 1 : 154 et 1 : 185.

L'auteur en conclut que, même en produisant la vapeur dans une installation centrale, on ne peut dépasser pour le rapport charbon : minerai la valeur 1 : 200 dans les machines d'extraction à vapeur de ce type, dans les conditions indiquées. L'électricité fait donc réaliser une économie de charbon de 25 pour 100 par rapport à la vapeur.

Avec l'extraction électrique, l'emploi d'un volant Ilgner a surtout pour objet d'uniformiser la charge de la station centrale. La comparaison de la courbe de courant alternatif absorbé avec les courbes du courant continu débité par les génératrices montre que cette fonction est très bien remplie. En outre, on utilise par ce système l'énergie fournie par une cage descendante non équilibrée, le moteur d'extraction devenant générateur et restituant de l'énergie au volant. Pour l'extraction non équilibrée du puits de King Philip, l'énergie ainsi récupérée est assez grande; elle représente 20 à 30 pour 100 de l'énergie nécessaire pour remonter du même niveau la cage chargée. Cette variation est due à la variation de la charge des cages. A l'extraction équilibrée de Winona, la quantité d'énergie ainsi récupérée est très faible, cette récupération n'ayant lieu que lorsque le moteur sert de frein à la fin de la période de montée.

Là où l'on peut installer un puits à deux compartiments où les cages et les câbles se servent mutuellement de contrepoids, il n'y a évidemment pas intérêt à employer un autre système pour récupérer l'énergie de la cage descendante. Le rendement de tout autre système sera très faible comparé à celui où le contrepoids est formé par une cage, les seules pertes étant alors le frottement et la résistance de l'air.

Le plus grand inconvénient du système Ilgner est la perte constante qu'il occasionne par frottements dans les paliers et par résistance de l'air dans le groupe convertisseur lui-même. Dans l'installation considérée ici, cette perte est très voisine de 55 kilowatts. On peut la réduire notablement en munissant les volants d'enveloppes. Quand le travail effectué par le moteur d'extraction est assez grand pour que cette perte constante soit faible en comparaison, le volant Ilgner fait réaliser une économie de combustible, outre l'économie de main-d'œuvre et d'autres frais à laquelle il donne lieu en tout cas, par la centralisation du matériel générateur.

Dans l'installation décrite, ce système a permis de faire l'économie de deux installations de chaudières et de leurs chauffeurs. La manœuvre des cages est beaucoup plus souple qu'avec la vapeur. On a aussi supprimé par là les importants travaux de réparation nécessaires sur une machine à pistons. P. L.

DIVERS.

Procédé Hugo Gantke pour l'abatage des arbres par moteur électrique.

Ce procédé, décrit dans l'*Electrical World* du 2 février, consiste, d'après le *Génie civil* du 8 avril, à passer autour du pied de l'arbre un fil d'acier, fixé par ses deux extrémités à deux câbles, et à relier ces câbles à un mécanisme actionné par un moteur électrique, qui imprime au fil un mouvement alternatif rapide. Le frottement du fil d'acier contre le bois provoque son échauffement et la carbonisation du bois qu'il touche, de sorte que le fil arrachant dans son déplacement le charbon produit, pénètre progressivement dans le tronc et finit par le sectionner entièrement.

Les avantages principaux du procédé seraient : de permettre d'installer le moteur et le mécanisme de commande du fil à une grande distance de l'arbre à abattre, donc hors de la région dangereuse; de pouvoir être employé même dans les forêts où les arbres sont très rapprochés; d'être très rapide : l'abatage d'un arbre de 30 cm de diamètre ne demandant pas plus de 2 minutes, lorsque le fil fait 1500 oscillations par minute; d'être peu coûteux, puisque le moteur consomme 2 à 7 chevaux seulement et que les fils d'acier employés se vendent au prix de 1 fr à 6 fr le cent; de permettre de couper l'arbre très près du sol et même un peu au-dessous du niveau de ce dernier et enfin de recouvrir la section produite par le fil d'une couche de charbon, qui protège le bois contre la pourriture et contre les insectes, lorsqu'il doit séjourner à l'air libre.

Le procédé est également utilisable pour débiter les troncs abattus, en billes de longueur convenable, mais il serait moins avantageux avec ces troncs couchés qu'avec le bois debout.

Manutention des minerais au moyen d'électro-aimants.

D'après *Electrical World* du 9 février les mines de fer de la Moose Mountain C°, dans la province d'Ontario (Canada) ont avantageusement remplacé l'excavateur à pelle mû par la vapeur, par un électro-aimant pour la manutention des blocs d'oxyde de fer magnétique. Le minerai, situé à flanc de colline, est abattu au moyen d'explosifs et les blocs sont soulevés par l'électro-aimant puis chargés sur wagon. L'électro-aimant, calculé pour enlever 500 kg de ferraille, enlève normalement environ 300 kg de minerai. Son emploi facilite la manutention et offre en outre l'avantage d'enrichir le minerai, car les stériles mélangés au minerai ne sont pas attirés. Il résulte de ce dernier fait une économie notable sur les dépenses de transport, de broyage et d'enrichissement.

TRACTION ET LOCOMOTION.

CHEMINS DE FER.

Essai de traction électrique par locomotives monophasées sur le réseau du Midi (1).

La Compagnie du Midi, qui a, on le sait, décidé en 1908 de mettre sur une partie importante de son réseau des Pyrénées la traction électrique par courant monophasé, a voulu effectuer au préalable des essais préliminaires, destinés à comparer les divers types d'équipements de voie et de locomotives pouvant être employées.

Ces essais vont être entrepris dans le courant de cette année sur un tronçon de 24 km de la ligne de Perpignan à la frontière espagnole, situé entre Ille-sur-Têt et Villefranche (*fig.* 1). Cette section comprend une suite presque continue de rampes de 13 à 21 pour 1000, qui correspond assez bien au profil moyen des lignes des Pyrénées.

L'énergie électrique nécessaire aux essais sera empruntée à une usine hydro-électrique de 6000 chevaux, installée récemment par la Compagnie du Midi à la Cassagne, à 24 km environ de Villefranche, pour desservir les trains électriques de la section à voie étroite en construction dans la Cerdagne, de Villefranche à Bourg-Madame par Montlouis. Du courant triphasé à 20000 volts et 25 périodes venant de cette usine centrale est amené, par deux lignes à trois conducteurs en aluminium, à une sous-station installée à Villefranche; l'une des lignes, à conducteurs de 30 mm² de section, est destinée à la traction par courant continu, à troisième rail, des voies de la Cerdagne; l'autre, à conducteurs de 70 mm², est plus spécialement destinée aux essais de traction monophasée; toutefois un poste de sectionnement, situé près de la sous-station et qui renferme des parafoudres, permet de substituer une ligne à l'autre et même de les réunir en parallèle.

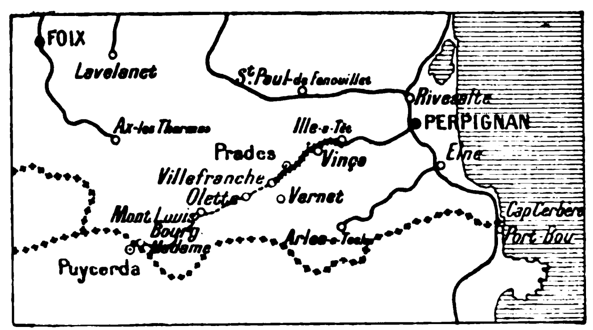


Fig. 1. — Lignes de Perpignan à Villefranche et de Villefranche à Bourg-Madame.

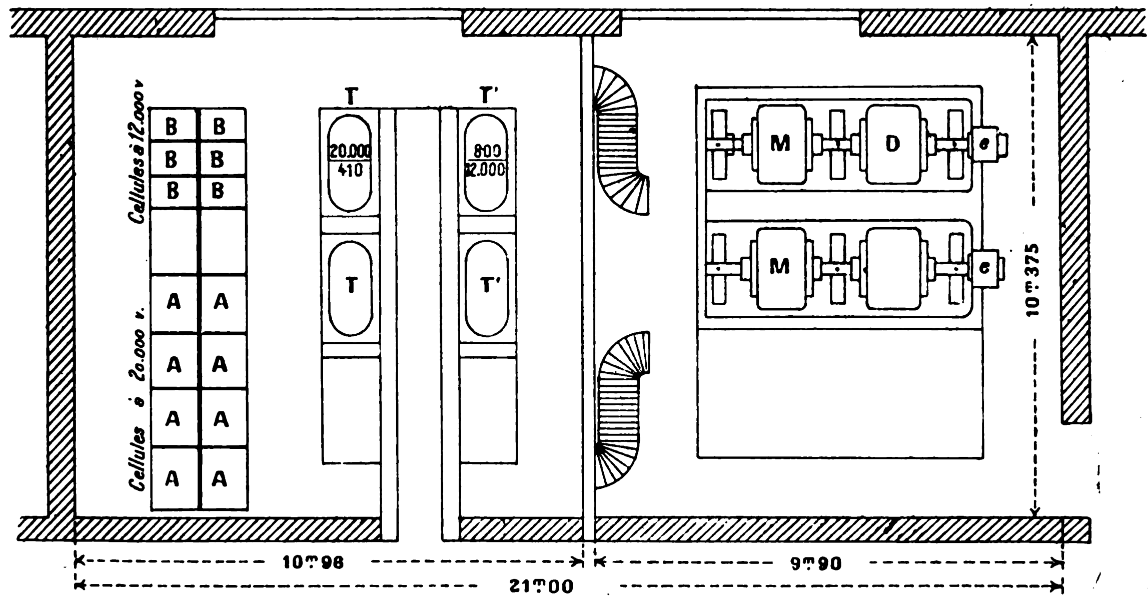


Fig. 2 — Sous-station de Villefranche servant aux essais de traction d'Ille-sur-Têt à Villefranche.

La figure 2 donne le plan de la partie de la sous-station de Villefranche destinée aux essais de traction monophasée (dans un bâtiment accolé se trouve la partie

(1) JULIAN, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction de la Compagnie du Midi (*Revue générale des chemins de fer et des tramways*, mars 1911, p. 233 à 262).

qui dessert les voies à courant continu de la Cerdagne). Les courants triphasés à 20 000 volts traversent dans des cellules A une bobine de self, un interrupteur, un disjoncteur à huile, un autre interrupteur et se rendent à des barres omnibus d'où partent deux branchements,

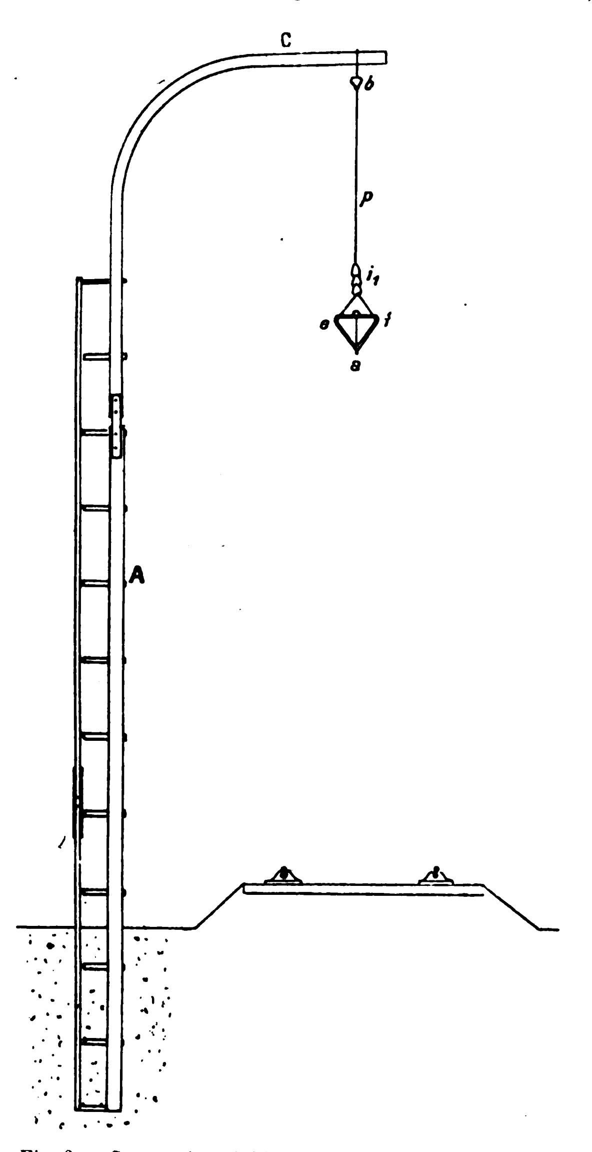


Fig. 3. — Suspension rigide à simple chaînette, type Midi.

avec place pour en poser un troisième, desservant chacun un groupe de transformation de 500 kilowatts. Chaque groupe comprend un transformateur triphasé T à refroidissement par circulation d'eau, qui abaisse la tension de 20000 à 410 volts; un moteur asynchrone triphasé M à six pôles alimenté à 410 volts et 25 périodes et entraînant, à 500 t:min, un alternateur D à 4 pôles (avec excitatrice *e*, en bout), produisant du courant monophasé à la tension de 800 volts et à la fréquence de $16\frac{2}{3}$ adoptée pour la traction; un transformateur T', transformant le courant monophasé à 800 volts en courant monophasé à 12000 volts, toujours à la fréquence $16\frac{2}{3}$. Les secondaires de ces transformateurs T' sont réunis à deux barres omnibus placées dans les cellules B et qui constituent l'origine de la ligne d'essais. Une de ces barres à 12000 volts est reliée aux rails de roulement de la voie et l'autre à un poste de sectionnement accolé à la station, et d'où part la ligne de travail à 12000 volts, après passage dans des interrupteurs, un disjoncteur à huile et une bobine de self.

Sur la section affectée aux essais, les rails de roulement à double champignon, du poids de 38,5 kg au mètre, ont été éclissés électriquement par des connexions en cuivre, logées entre les éclisses mécaniques et le rail et présentant une section de 56 mm².

La ligne de travail, qui est aérienne, a été installée suivant six systèmes différents sur des portions successives de 3 km à 4 km de la ligne d'essais de 24 km. Ce fil aérien se trouve partout à 5,50 m au-dessus du niveau supérieur des rails, sauf dans certains tunnels où il est abaissé, sans jamais descendre à moins de 4,50 m, et aux passages à niveau où il est surélevé à 6 m au-dessus des rails.

Première section. — La première section, d'Ille-sur-Têt à Boulaternère (du km 489,02 au km 492,8), est équipée d'après le type rigide imaginé par M. Paul, ingénieur en chef à la Compagnie du Midi, et réalisé par la maison Vedovelli et Priestley. La prise de courant se fait sur un fer profilé *a* (*fig.* 3 et 4) formant l'arête inférieure d'une poutre en treillis triangulaire et dont les deux autres arêtes *ef* (*fig.* 3), sont en fer cornière. Cette poutre est formée de tronçons de 12,50 m assemblés par une éclisse *g* (*fig.* 5 et 6) permettant un glissement sur les trois arêtes. Elle est suspendue par des pendules verticaux *p* (*fig.* 3 et 4) à un câble en acier *b* formant chaînette entre ses points d'amarrage à des poteaux distants de 50 m. Il y a quatre portions égales de poutres par portée et quatre pendules de longueurs différentes. Ces pendules sont constitués par un fil d'acier dans lequel est intercalé une chaîne i_1 de trois maillons isolants en porcelaine, ayant une forme spéciale, leur permettant de s'emboîter facilement les uns sur les autres; des chaînes isolantes semblables i_2 (*fig.* 4) sont intercalées aux points d'amarrage du câble porteur *b*; il y a ainsi double isolation entre la ligne de travail et les poteaux. Ceux-ci, de forme très rustique, sont constitués (*fig.* 3) par deux montants A en rails entretoisés par des éclisses ordinaires de voie et se terminent à la partie supérieure par un rail courbé formant potence C. Dans ce système, les tronçons de la poutre de travail coulissent par dilatation dans les éclisses *g* (*fig.* 5 et 6), mais forment un ensemble rigide qui reste toujours rectiligne et dispense de tout dispositif de compensation pour les variations de température. La conductance de la barre inférieure de travail *a* est augmentée par un fideur en aluminium, posé sur la face supérieure de la poutre et avec lequel elle est reliée par des connexions en cuivre distantes de 1,80 m. Un interrupteur est placé à l'origine de la section.

Deuxième section. — La deuxième section, du km 492,8 au km 495,9, installée par la Société Westinghouse du Havre, est du type à chaînette simple. Les poteaux A (*fig.* 7 à 9) sont formés de rails verticaux assemblés à peu

près comme dans la première section, mais les consoles C sont constituées par des fers à U horizontaux, assemblés et haubannés par des tirants *h* sur le mât vertical. La section est divisée en trois tronçons équipés différemment. Dans un des tronçons, où les poteaux ne sont distants que de 50 m seulement, les isolateurs à cloche en porcelaine *i*

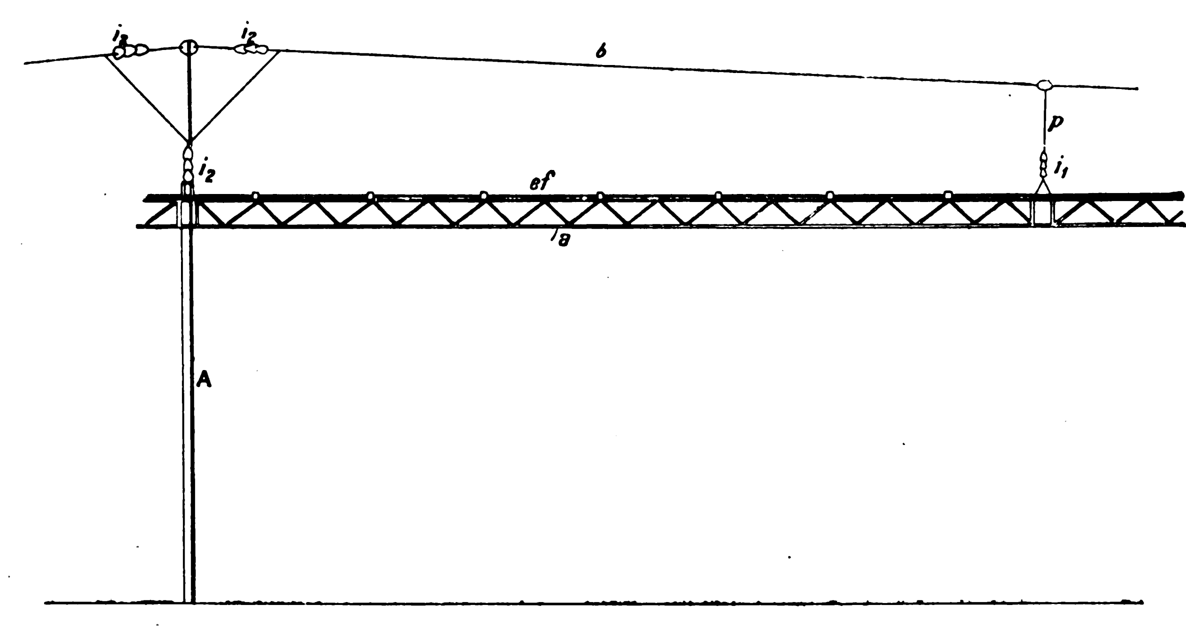


Fig. 4. — Suspension rigide à chaînette, type Midi.

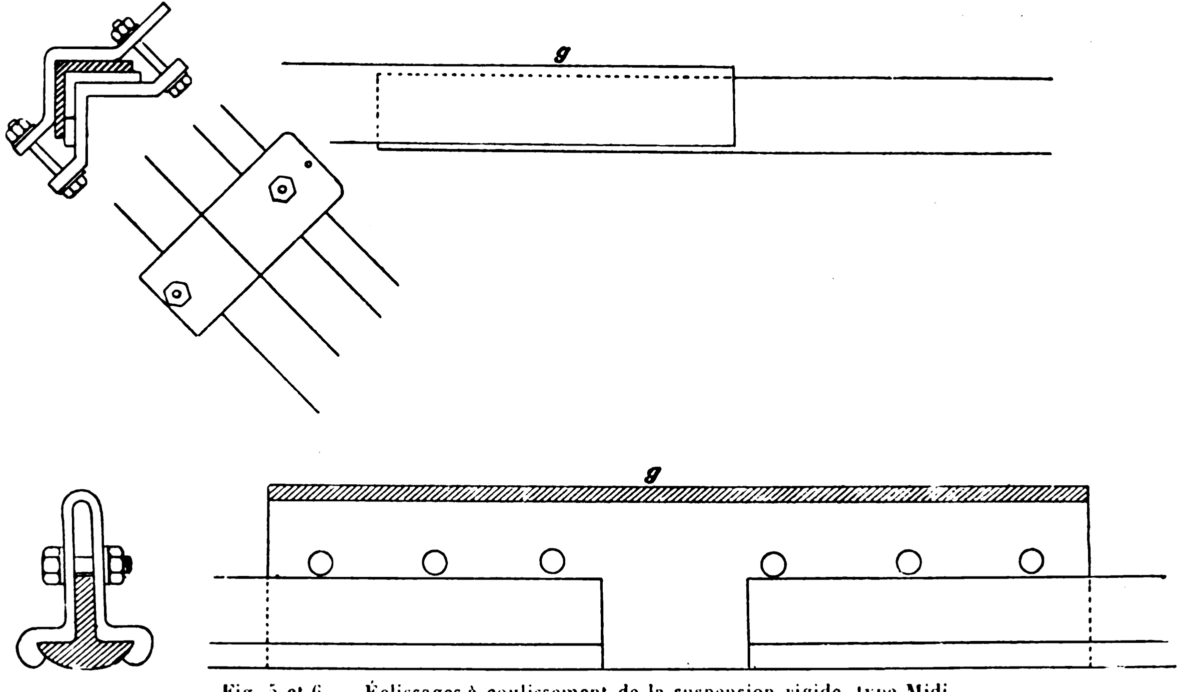


Fig. 5 et 6. — Éclissages à coulissement de la suspension rigide, type Midi.

(*fig.* 9), sur la tête desquels est fixé d'une façon invariable le câble porteur en acier *b* en formant une flèche de 660 mm, sont fixés directement sur la console (*fig.* 9). Dans un deuxième tronçon, où les poteaux sont distants de 60 m, les isolateurs *i* qui supportent le fil porteur sont montés (*fig.* 8) sur des chaises *g* placées sur la console.

Le fil porteur a une flèche de 945 mm dans les deux cas. La ligne de travail *a*, constituée par un fil de cuivre unique, est attachée par des griffes à des pendules *p* en fil d'acier qui viennent s'agrafer sur le fil porteur *b* par

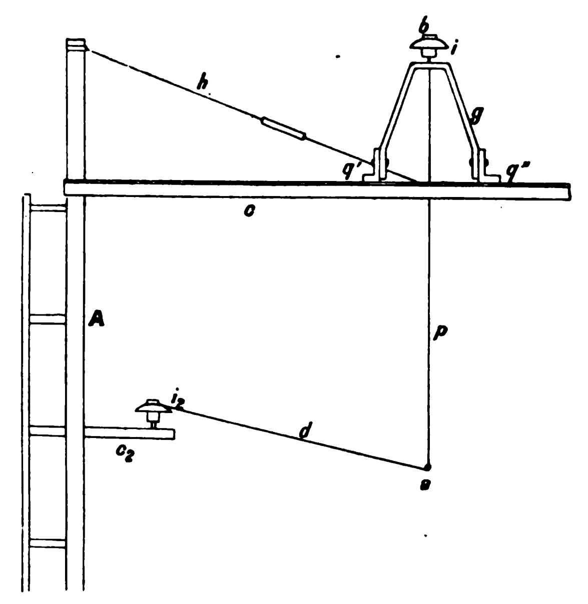


Fig. 7. — Suspension à simple chaînette Westinghouse pour portées de 100 m.

des cavaliers et sont ainsi susceptibles d'un certain glissement. Afin d'empêcher les oscillations transversales du fil de travail *a*, celui-ci est attaché à chaque poteau à un antibalançant *d* constitué par un tube d'acier fixé à un isolateur i_2 monté sur une petite console inférieure c_2.

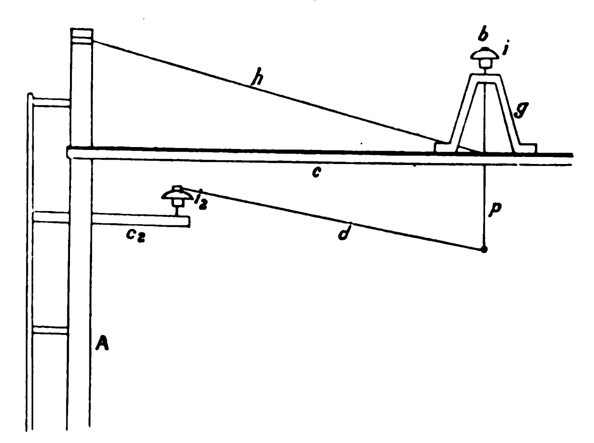


Fig. 8. — Suspension Westinghouse pour portées de 60 m.

Les isolateurs *i* et i_2 sont pourvus de chapeaux protecteurs en fonte. Le montage est fait de façon qu'à la température moyenne, le fil de travail soit rectiligne; il ne comporte aucun dispositif compensateur; à la température la plus élevée prévue, il prend une flèche de 20 mm vers le sol et, à la température la plus basse, une flèche de 20 mm en sens inverse.

Dans le troisième tronçon, où les poteaux sont distants de 100 m (*fig.* 7), le câble porteur *b* et le fil de travail *a* sont pourvus d'un dispositif de compensation consistant en deux poids M et M' (*fig.* 10) de 350 kg qui maintiennent à toutes les températures l'horizontalité sur le fil de travail *a* et une flèche constante de 2,56 m sur le fil por-

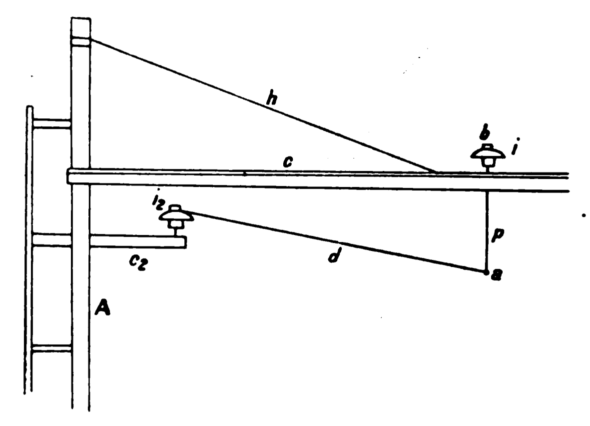


Fig. 9. — Suspension Westinghouse pour portées de 60 m.

teur *b*. L'isolateur *i* (*fig.* 7) qui supporte le fil porteur est fixé sur une chaise *g* à pattes *q'*, *q"* articulées pouvant s'incliner dans un plan parallèle à la voie; les antibalançants *d* sont également montés par une ferrure à articulation sur l'isolateur i_2.

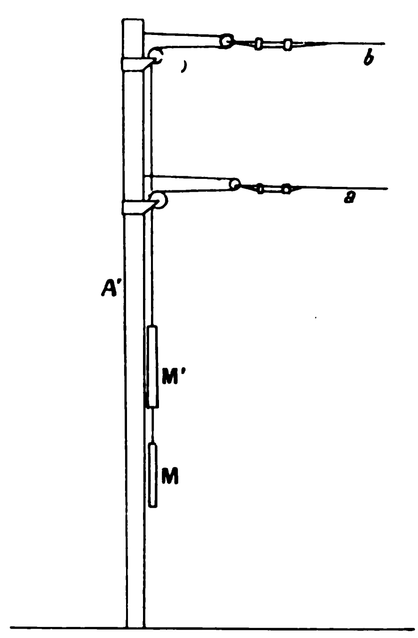


Fig. 10. — Dispositif de compensation sur les portées de 100 m. Westinghouse.

Dans la traversée du tunnel de Serra Ternère, compris dans la deuxième section, le fil de travail est suspendu aux parois du tunnel par deux câbles transversaux comportant une isolation par disques isolants en chapelet.

A l'extrémité de la section, on trouve un tronçon séparé de 60 m de long relié par un parafoudre à cornes aux deux fils voisins quand ceux-ci sont sous charge et rompant la connexion avec eux lorsque le courant est interrompu sur l'un de ceux-ci.

Troisième section. — La troisième section, du km 495,92 au km 497,92, du type à simple chaînette, a été équipée par la Société française A. E. G. Les portées y sont partout de 100 m et le montage y est partout uniforme, mais la section est divisée en tronçons semblables de

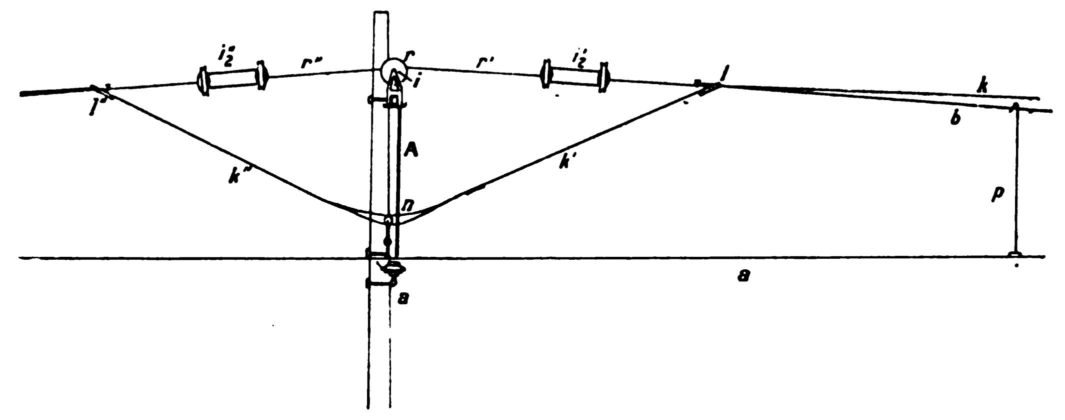


Fig. 11. — Suspension A. E. G. à simple chaînette, mais à câble porteur et câble tendeur.

1000 m, au nombre de 2, comportant des dispositifs spéciaux de coupures.

La ligne est à simple chaînette en ce sens que le fil de travail *a* est suspendu par une seule série de pendules *p* (*fig.* 11) à un câble porteur *b*; mais ce câble est réuni en

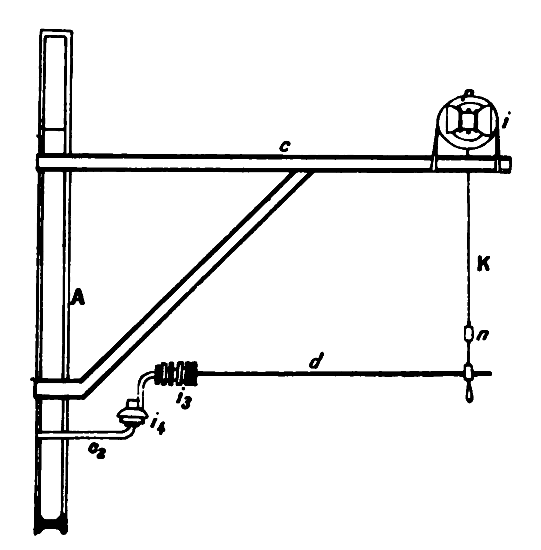


Fig. 12. — Vue transversale de la suspension A. E. G.

parallèle en des points *l*, *l''* situés à 1,50 m de chaque poteau A à un câble *k* dit *câble de tension* disposé un peu au-dessus de lui. Ce câble de tension se continue au delà de la liaison *l*, en *k' n k''*, sous forme d'un V dont le bas *n* sert de point d'attache au fil de travail *a*. Les points de liaison *l*, *l'* adjacents sont réunis par des fils d'acier à des isolateurs à double disque i'_2, i''_2 tendus par un bout de câble *r'*, *r''* reposant par son milieu *r* sur un isolateur accordéon *i* Cet isolateur *i* à axe horizontal (*fig.* 12) est lui-même fixé sur la console *c* du poteau A (en ciment armé à section à double T). Le fil de travail *a* est guidé transversalement par un antibalançant constitué par une tige *d* montée, avec interposition d'un isolateur accordéon i_3 et d'un isolateur à cloche i_4, sur un petit bras c_2.

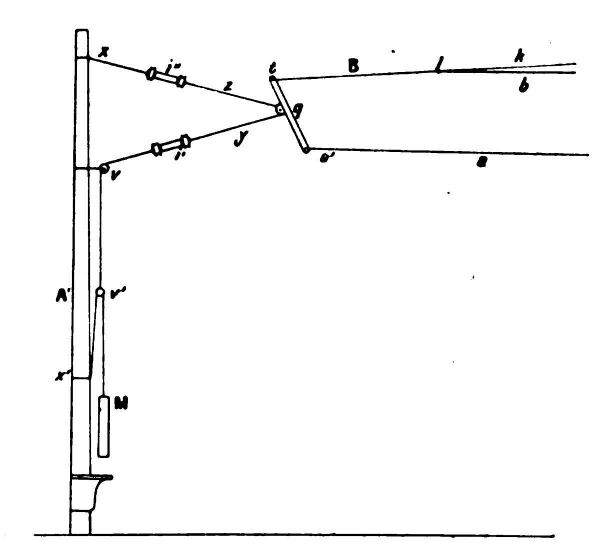


Fig. 13. — Poteaux de tension de la suspension A. E. G.

Chaque tronçon de 1000 m, soit 10 travées, se termine à ses deux bouts à des poteaux de tension A' (*fig.* 13). A une petite distance de ce poteau, le câble de tension *k* réuni au câble porteur *b* par une attache *l* vient par B s'amarrer en *t*, à l'extrémité d'un balancier *tqa'* dont l'autre extrémité sert d'attache au fil de travail *a*. Le milieu *q* du balancier porte un anneau dans lequel passe un câble *zy* (dans lequel sont interposés des isolateurs

à disque i'' et i') fixé au poteau en x et passant dans une poulie ν et se terminant à une poulie ν', tendue elle-même par un contrepoids M agissant au bout d'une chaîne amarrée en x'.

Au passage d'un tronçon au suivant, les lignes chevauchent sur la longueur d'une travée à une certaine distance l'une de l'autre. La ligne a_1 (*fig.* 14) venant du dernier poteau P_1 de la première section, à trois fils a_1, b_1, k_1, vient s'attacher par le balancier q_1 au poteau de tension P'_1 qui est planté sur le côté de la voie en avant du premier

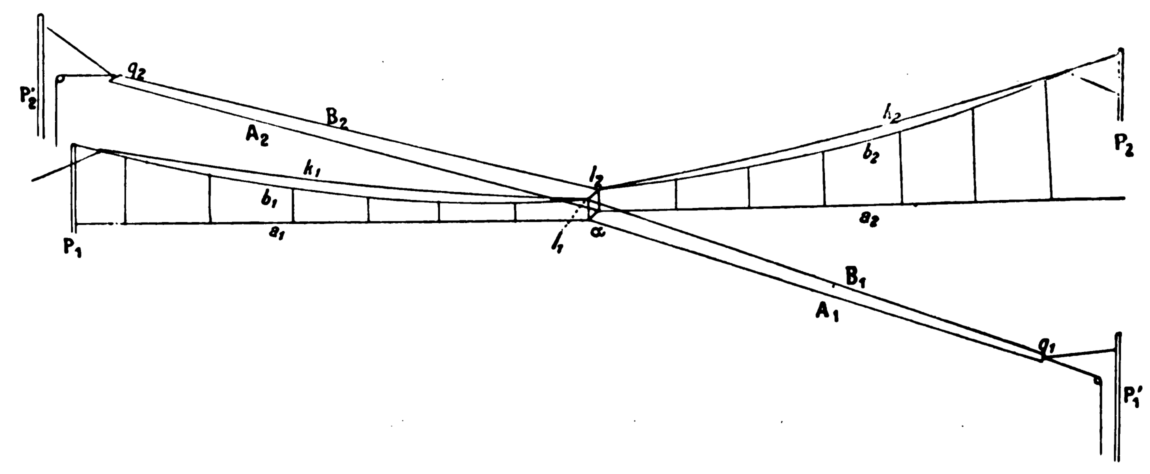


Fig. 14. — Passage d'un tronçon au suivant, dans la suspension A. E. G.

poteau de suspension P_2 du tronçon 2. Inversement la ligne du tronçon 2, en deçà de son poteau P_2, passe en a_2 b_2 k_2 l_2, puis les deux brins B_2, A_2 vont s'attacher par le balancier q_2 au poteau de tension P'_2 situé en arrière du dernier poteau de suspension P_1 du tronçon 1. Sur cette travée commune, les deux lignes se rapprochent ainsi jusqu'au

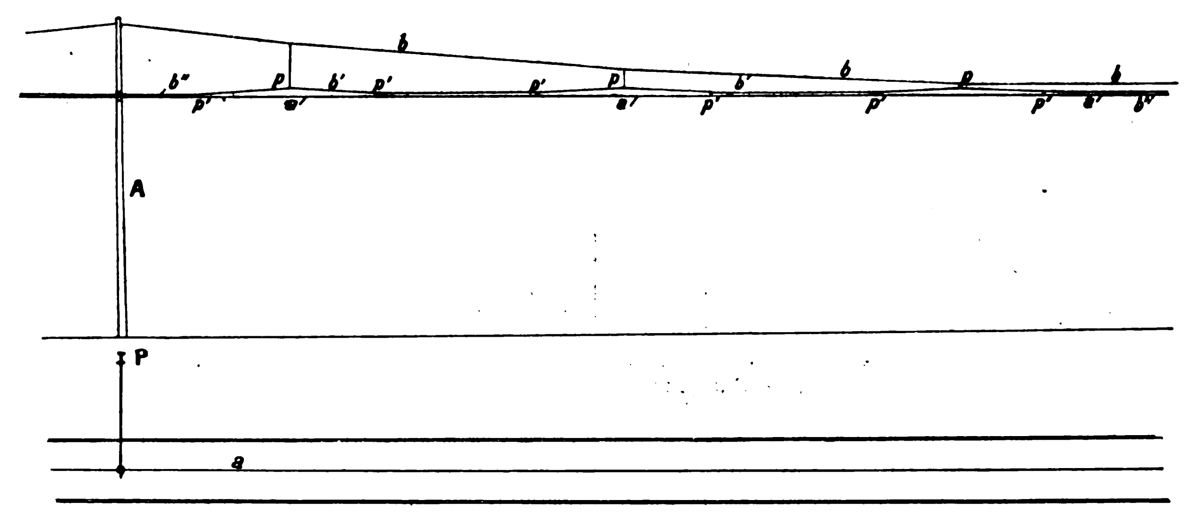


Fig. 15. — Suspension Thomson-Houston à double chaînette.

milieu de la travée où elles sont maintenues à un faible écartement par un cadre α, ce qui permet le passage du fil de travail a_1 au fil a_2 sans interruption de courant.

Quatrième section. — Cette section, équipée par la Société Thomson-Houston, est du type à double chaînette. Elle comprend des portées de 50 m dans le tronçon allant du km 497,92 au km 500,18 et des portées de 100 m sur le tronçon allant du km 500,18 au km 501,89.

La ligne se compose : 1° d'un câble porteur principal en acier b (*fig.* 15) posé sur isolateurs à chaque poteau A et formant une chaînette unique entre deux poteaux; 2° d'un câble porteur auxiliaire en acier b' attaché au précédent par 6 ou 12 pendules p de longueurs différentes et formant 5 ou 10 chaînettes de 8,30 m et deux demi-chaînettes extrêmes b'' de 4,15 m, toutes de même flèche; 3° d'un fil de travail en cuivre a à section en 8 pris dans une griffe (*fig.* 16), à l'extrémité des cavaliers p' tous de même grandeur, suspendus au câble porteur auxiliaire b',

à raison de deux par petites chaînettes b', et qui permettent un déplacement longitudinal et transversal.

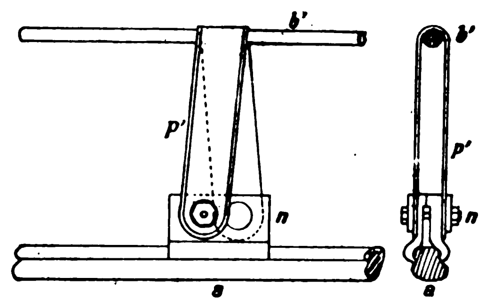


Fig. 16. — Suspension du fil de travail dans le système Thomson-Houston.

Les poteaux A construits par la maison Sarda, sont en ciment armé, à section en double T. Dans le tronçon à portées de 50 m (*fig.* 17), ils ne portent qu'un bras unique

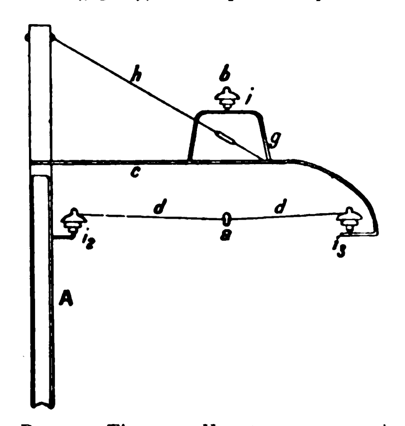


Fig. 17. — Poteaux Thomson-Houston pour portées de 50 m.

recourbé c (en cornières assemblées), haubanné en h, et sur lequel est fixé un cadre trapézoïdal g, supportant

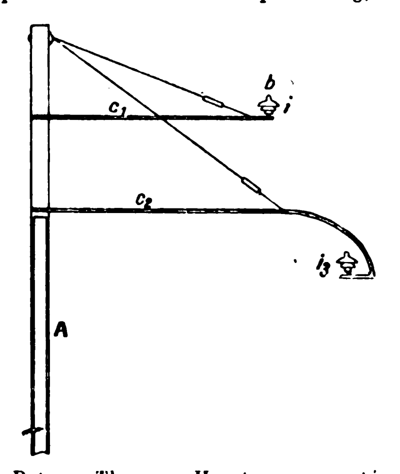


Fig. 18. — Poteaux Thomson-Houston pour portées de 100 m.

l'isolateur à cloche i du câble porteur principal b. Le fil de travail a est maintenu par un antibalançant transversal d tendu entre un isolateur i_2 fixé sur le poteau et un autre i_3 fixé à l'extrémité recourbée de la console c.

Dans la section à portées de 100 m, le poteau de suspensions A (*fig.* 18), porte deux bras c_1 et c_2 superposés, haubannés par des tirants h_1 et h_2; le premier, qui est horizontal, supporte directement l'isolateur du câble porteur b, le bras inférieur c_2 supporte l'isolateur extrême i_3 de l'antibalançant.

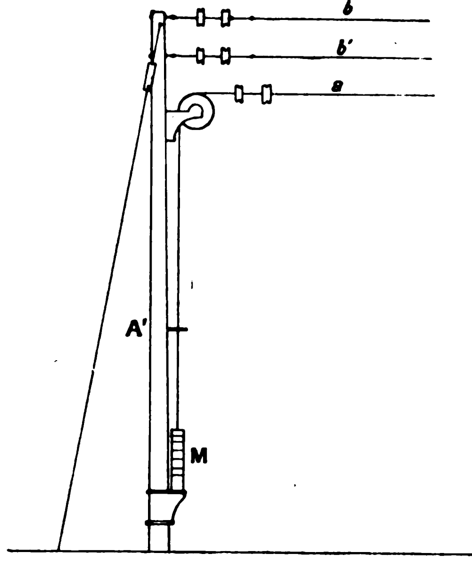


Fig. 19. — Poteau de tension Thomson-Houston.

La ligne est montée en zig-zag par rapport à l'axe de la voie ferrée, avec un désaxement de 0,40 m dans un sens ou dans l'autre.

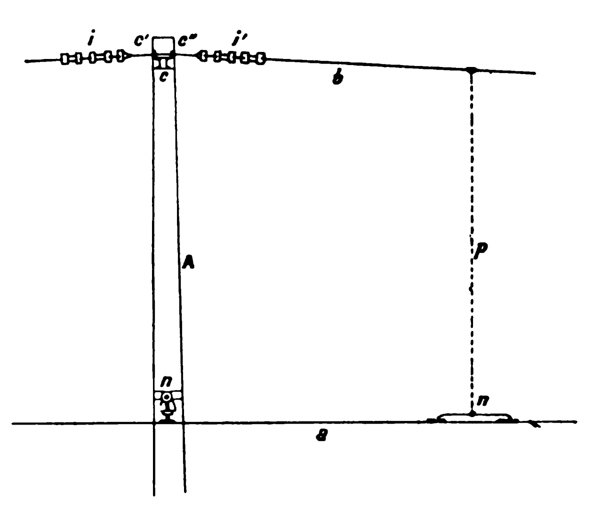


Fig. 20. — Suspension à simple chaînette Bergès.

A une des extrémités de chaque tronçon, les câbles porteurs et le fil de travail sont tous ancrés à des poteaux; à l'autre extrémité des tronçons, les câbles porteurs b et b' sont également ancrés sur le poteau A'

(*fig.* 19), mais le fil de travail est tendu par un contrepoids M. Au passage d'un tronçon au suivant, il y a chevauchement des fils qui se rapprochent puis s'éloignent suivant un dispositif analogue à celui de la figure 14.

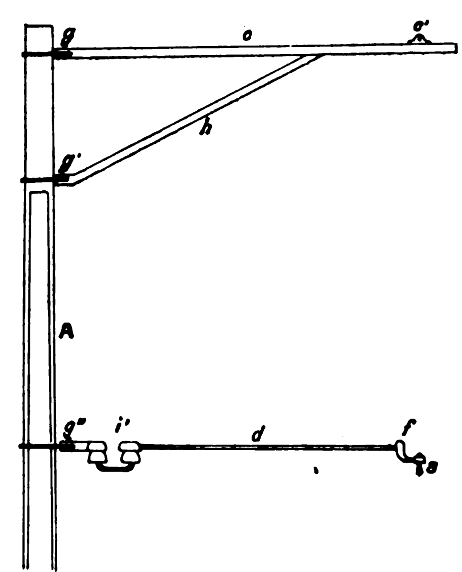


Fig. 21. — Poteau Bergès.

Sous le souterrain de Venta-Farines, le câble porteur principal est supprimé et prend son ancrage aux deux têtes du souterrain. Le fil de travail est suspendu seulement au fil porteur auxiliaire.

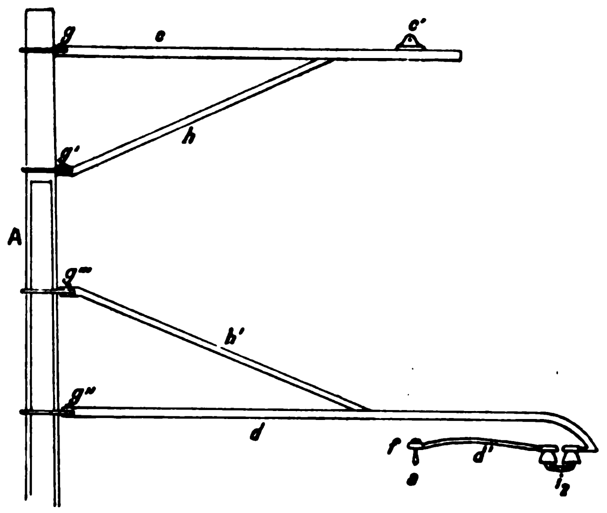


Fig. 22. — Poteau Bergès pour les courbes.

Cinquième section. — Cette section, qui s'étend du km 501,89 au km 507,64, a été équipée par la maison Bergès et Cie et est du type à simple chaînette, avec portées uniformes de 100 m sur tout le parcours.

La ligne comprend : 1° un câble porteur en acier b (*fig.* 20), attaché des deux côtés des poteaux A, par un chapelet d'isolateurs ii', à deux anneaux c', c'', disposés à l'extrémité d'une console c montée sur le poteau (en ciment armé à section à double T de la maison Piketty), de même que sa contrefiche h (*fig.* 21), avec articulation à gonds verticaux g et g'; 2° un fil de travail en cuivre a (*fig.* 20) relié par une griffe double n au pendule p en forme de chaîne à maillons. Le fil de travail est maintenu transversalement par un antibalançant formé d'une tige d

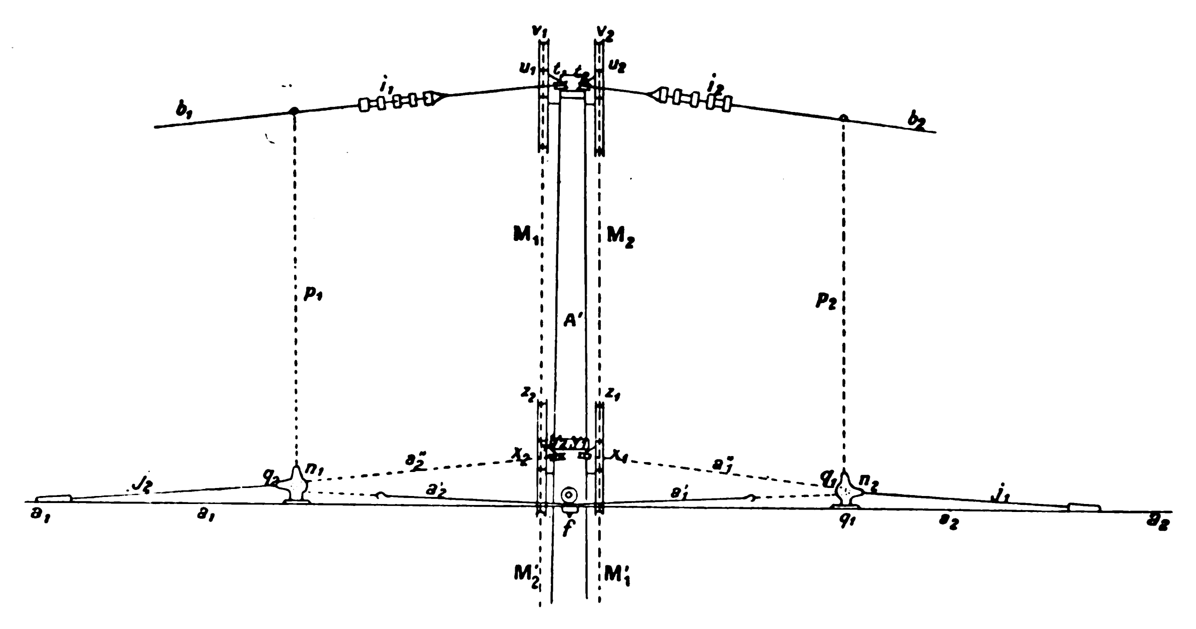


Fig. 23. — Poteaux de rappel Bergès.



(*fig.* 21) amarrée sur le poteau A, avec interposition des deux isolateurs en série i', par un gond vertical g'' et

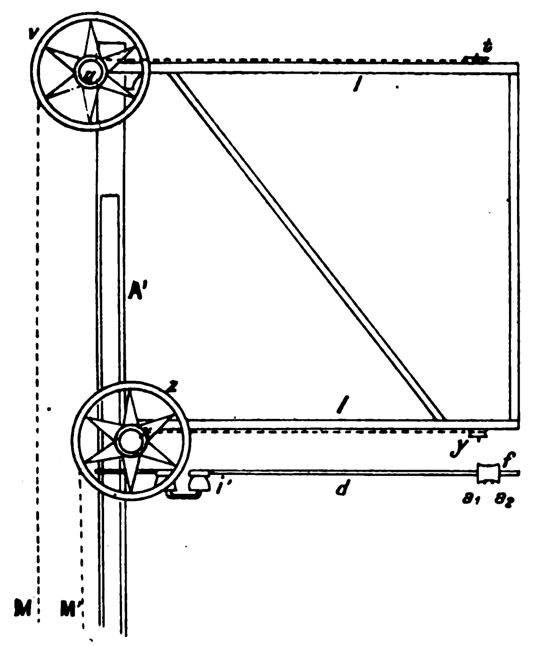


Fig. 24. — Plateau de rappel Bergès.

terminé par une genouillère f de guidage, susceptible de déplacements angulaires assez étendus. Dans les courbes ayant leur concavité tournée du côté du poteau, la tige d de l'antibalançant (*fig.* 22) est renforcée par une contre-fiche h' articulée à gond g''' et la genouillère f maintenant le fil de travail a est placée sur un petit bras auxiliaire d' en retrait.

On voit que le câble porteur b et le fil de travail a ne sont pas liés d'une façon invariable et que chacun peut se dilater séparément sous l'influence des variations de température. Tous deux sont maintenus sous tension constante par des dispositifs de rappel placés à chaque extrémité des tronçons de 10 travées (soit de 1 km chacun) sur les poteaux A' de séparation (*fig.* 23 et 24), (de forme circulaire creuse en ciment armé construits par la maison Sarda). Les fils porteurs adjacents b, b_2 (*fig.* 23) passent, après les isolateurs i_1 et i_2, sur une petite poulie de renvoi t_1 ou t_2 fixée sur le haut d'un cadre l en cornières (*fig.* 24) solidaire du poteau A' et viennent s'enrouler sur un tambour u_1 ou u_2 concentrique à une roue v_1 ou v_2 sur laquelle passe la chaîne d'un poids tendeur M_1 ou M_2. Le système de rappel du fil de travail forme un petit chevauchement : le fil a_1, après avoir passé dans la genouillère f de l'antibalançant d, vient par a'_1 (*fig.* 23) sur une poulie q_1 montée sur la pince n_2 du premier pendule p_2 de la section 2 (cette pince n_2 est amarrée de plus par j_1 au câble de travail a_2); puis, par a''_1, il passe sur une poulie de renvoi y_1 montée en bas du cadre l (*fig.* 24) puis vient s'enrouler sur le tambour x_1 (*fig.* 24 et 23) solidaire de la roue z_1 sur laquelle passe la chaîne supportant le poids tendeur M'_1. De même, le câble a_2 vient par a'_2 sur la poulie q_2 montée sur la pince n_1 du dernier pendule p_1 de la section 1 (cette pince n_1 est de plus

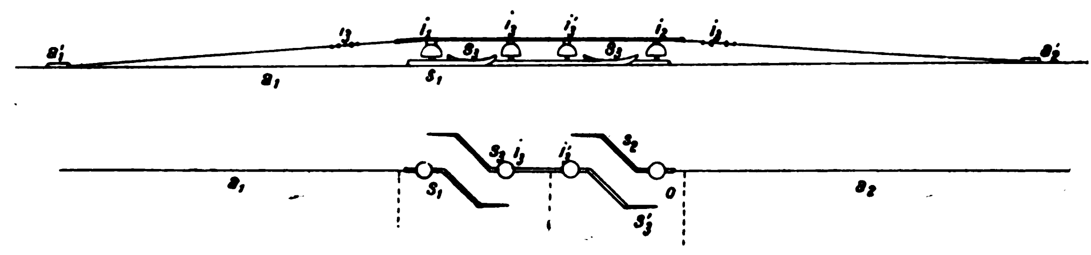


Fig. 25. — Sectionnement de la ligne Bergès.

amarrée par j_2 sur le fil de travail a_1), passe par a'_2 sur la poulie de renvoi y_2, puis vient s'enrouler sur le tambour x_2 solidaire de la roue z_2 sur laquelle passe la chaîne du poids tendeur M'_2. Ce dispositif donne une meilleure

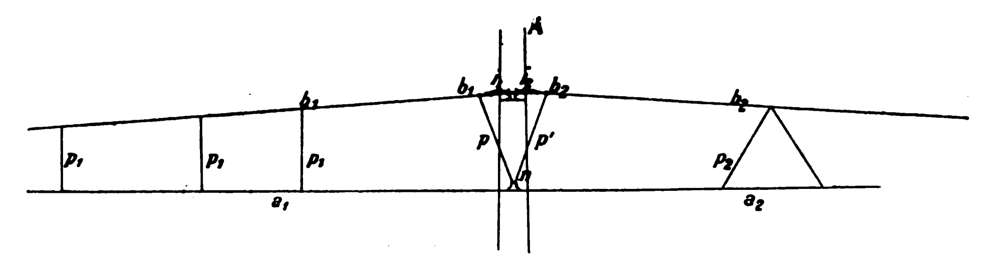


Fig. 26. — Suspension à simple chaînette Vedovelli.

répartition des efforts et ne soumet les câbles tendeurs M'_1 et M'_2 des fils de travail a_1 et a_2 qu'à une tension d'environ moitié de celle appliquée à ces derniers, parce que chacun agit sur les deux à la fois en raison de la liaison établie entre eux par les pinces n_2 et n_1.

Le fil de travail est ancré sur le poteau placé au milieu

du tronçon. A la température moyenne toutes les consoles sont normales à la voie; aux températures plus hautes les consoles intermédiaires se déplacent vers les contrepoids; aux températures plus basses, elles se déplacent en sens opposé, c'est-à-dire vers le point fixe.

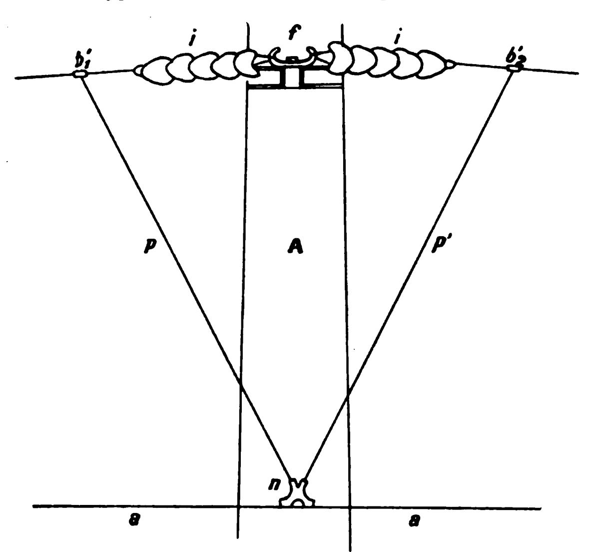


Fig. 27. — Suspension Vedovelli du fil de travail au passage d'un tronçon au suivant.

Ce mode d'équipement a permis le montage de la plus grande partie de la ligne, sans gêner l'exploitation, en rabattant de 90° les consoles, qui ont été ramenées ensuite

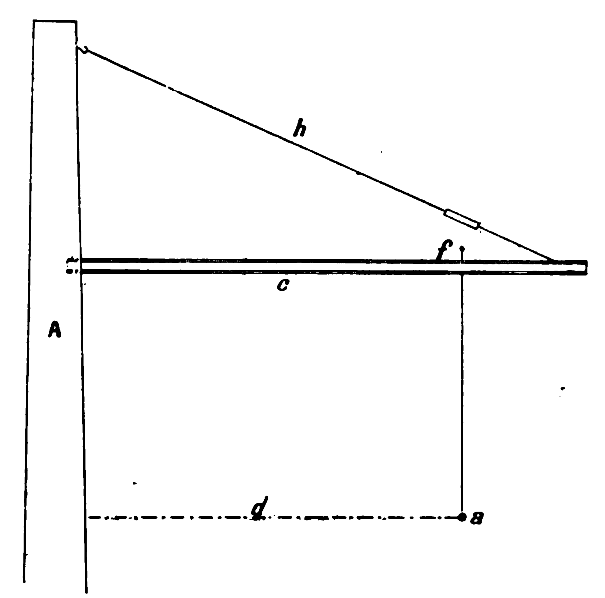


Fig. 28. — Console droite Vedovelli.

d'un seul coup, normales à la voie, après la pose de tous les isolateurs.

Le fil de travail est sectionné en des points convenables, par trois sabots S_1 terminant la ligne a_1 (*fig.* 25), S_2 terminant la ligne a_2, et celui du milieu S_3 — S_3 isolé électriquement (il repose sur les isolateurs i_3 et i'_3 mais amarré, par l'intermédiaire des isolateurs i_3, en a_1 et a_2 sur les deux fils de travail.

Sixième section. — Cette section, qui s'étend du km 507,65 à la gare de Villefranche (km 513,60), est d'un type à simple chaînette, étudié et réalisé par la maison Vedovelli et Priestley. Elle est divisée en trois tronçons de 1766 m, 2190 m et 1997 m qui comportent tous des portées de 100 m.

Sur la premiére et la troisième sections, le fil de travail a_1 est suspendu au câble porteur b_1 par des pendules rigides verticaux p_1 (*fig.* 26) en tiges de fer à section en croix dont les extrémités sont pliées pour former des étriers où s'engagent les deux fils; sur la deuxième section, les pendules p_2 sont en acier rond en forme de U renversé, posé à cheval sur le câble porteur b_2 et dont les extrémités sont munies de pinces pour la fixation du fil de travail a_2. Dans les deux cas, le fil de travail a est suspendu à l'extrémité des portées par une pince n à un pendule pp' en U (représenté à plus grande échelle sur la figure 27), attaché au câble porteur en b'_1 et b'_2. Celui-ci est fixé par des chapelets d'isolateurs i du type à maillons, à un crochet double f monté vers l'extrémité des consoles c (des poteaux A) qui sont ou droites (*fig.* 28) ou coudées (*fig.* 29). Les poteaux (construits par la maison

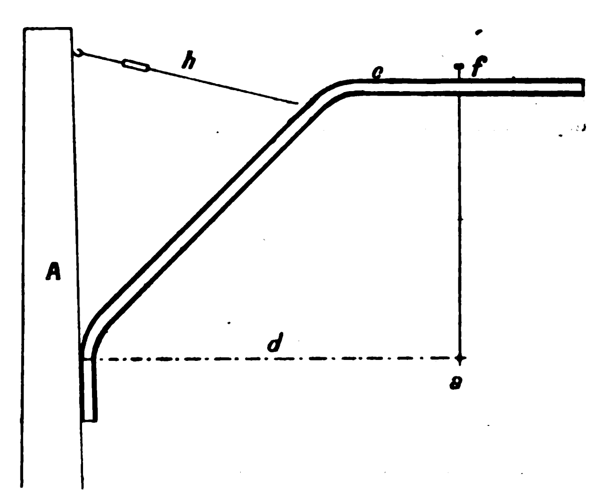


Fig. 29. — Console courbée Vedovelli.

Thevenot de Bordeaux) sont en ciment armé à section carrée ajourée (*fig.* 30), offrant une faible surface à l'action du vent. Il y a un poteau intermédiaire par portée de 100 m dans les alignements droits et deux dans les courbes de 300 m. Le fil de travail a est guidé transversalement par des antibalançants d (*fig.* 28 et 29) soit rigides et formés par des bras de fer à section en croix avec interposition d'un isolateur rigide, soit flexibles et constitués par des câbles d'acier isolés au moyen de chapelet à maillons.

Le câble porteur et le fil de travail sont maintenus sur toute la longueur de la section à une tension constante à l'aide de deux dispositifs de rappels différents. Dans le premier, le rappel est appliqué à un sur deux des poteaux



intermédiaires P, P'. Le rappel est produit par un poids unique M (*fig.* 31) agissant à la fois sur le câble porteur *b* et sur le fil de travail *a*, mais en produisant un effort deux fois plus grand sur le premier câble que sur le second. Le fil de travail s'enroule sur une petite poulie à axe vertical *t'* solidaire d'une grande poulie *u'*, montée sur une console c_2 et sur laquelle vient s'amarrer une chaînette qui, après être passée sur des poulies de renvoi *x* et notamment sur la poulie d'une moufle, vient s'accrocher directement au poids tendeur M. Pour le fil porteur *b*, qui s'enroule sur la petite poulie *t* solidaire de la grande poulie *u* montée sur une console c_2, le poids tendeur M

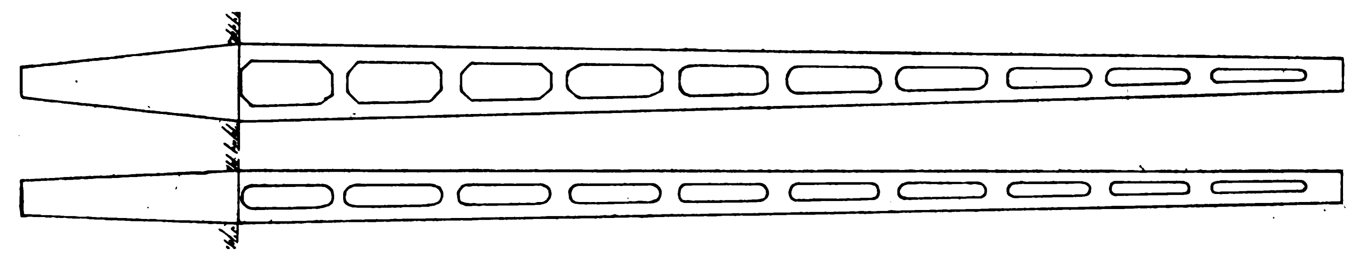


Fig. 30. — Poteau ajouré Vedovelli (vu couché).

agit avec une force double par une chaîne $\alpha\alpha'$, α'' (*fig.* 32) passant dans une série de poulies à moufles *sys'* et venant, après s'être enroulé sur la poulie *u*, s'attacher par α''' à la chape de la poulie *y*. L'attache du câble porteur *b* sur sa poulie *t* se fait simplement par une chaîne de Galle. Celle du fil de travail *a* sur sa poulie *t'* est un peu plus compliquée, par suite de la nécessité d'assurer la continuité du plan de frottement : en un point situé à une faible distance de la console et de part et d'autre de celle-ci, le fil est pris par une pince à laquelle s'attache une chaîne Galle qui se rend à la poulie; le fil de travail n'est d'ailleurs pas interrompu et il passe d'une pince à la suivante après avoir fait deux boucles qui emmagasinent ou donnent du fil suivant que la ligne se dilate ou se contracte. Ces deux pinces reposent par un galet excentré sur un cadre vertical parallèle au fil et peu éloigné de celui-ci; le côté supérieur de ce cadre sert de roulement aux galets et l'inférieur assure la continuité du frottement en suppléant au fil de cuivre relevé dans les boucles; ce cadre est suspendu à la potence par un câble isolé.

Fig. 31. — Poteau de rappel Vedovelli par contrepoids.

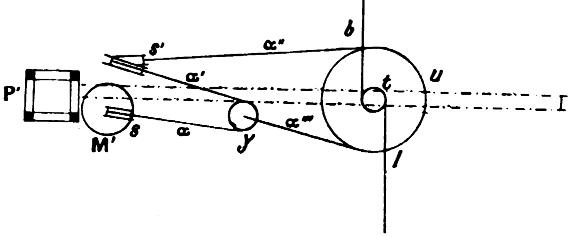


Fig. 32. — Poteau de rappel Vedovelli par contrepoids.

Le second dispositif de rappel comporte deux variantes suivant qu'il est appliqué à un poteau intermédiaire sur deux ou quatre. La tension du câble porteur est obtenue, comme dans le premier dispositif, par un poids, mais la tension du câble de travail est obtenue par un ressort

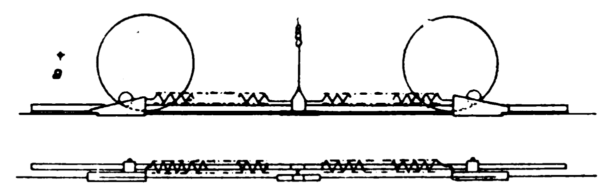


Fig. 33. — Dispositif Vedovelli de rappel du fil de travail par ressort à boudin.

à boudin (*fig.* 33) agissant sur un système de pinces semblables à celui décrit plus haut. Dans le tronçon où le rappel n'est appliqué qu'à un poteau sur quatre, la seule modification consiste dans le renforcement des pinces et autres organes.

La sixième section comporte deux postes de sectionnement.

Les essais vont être effectués par la Compagnie du Midi à l'aide de six locomotives monophasées établies pour répondre à un programme uniforme mais suivant des types distincts, par des maisons différentes. Ch. J.

VARIÉTÉS.

Exposition de la Société de Physique.

Comme toujours les appareils de mesure dominent sans cependant présenter de très réelles nouveautés. Certains constructeurs semblent craindre de montrer leurs modèles les plus récents et bien des choses annoncées n'ont pas paru. Cette sorte de stagnation, qu'on observe quelquefois dans les expositions annuelles, tient à leur trop grande fréquence qui lasse les meilleures volontés et il y aurait peut-être quelque chose à tenter pour restituer à cette intéressante réunion annuelle son activité d'autrefois, ou, plus exactement, pour renouveler chaque année l'intérêt des visiteurs et des exposants.

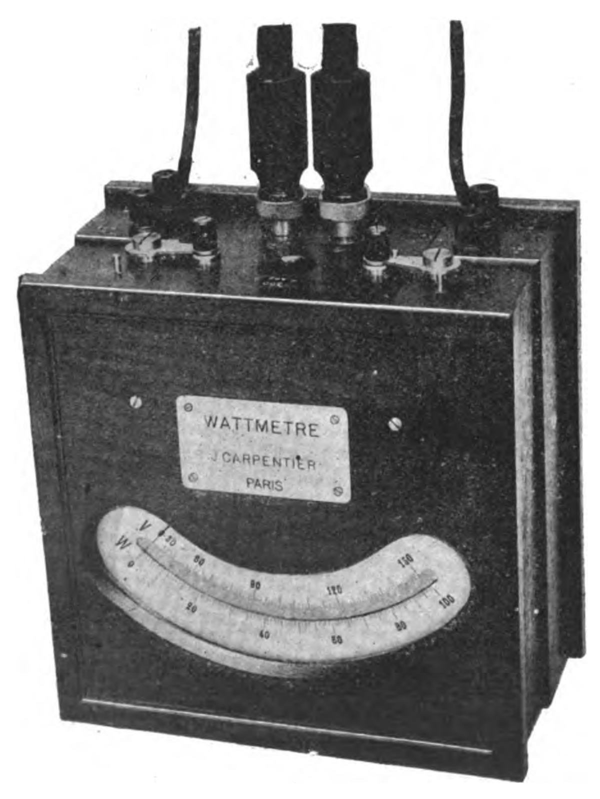


Fig. 1. — Volt-wattmètre.

M. Turpain a fait construire par la maison Richard, un *galvanomètre enregistreur à cadre mobile* qui déconcerte d'abord par ses dimensions inusitées, mais dont on comprend mieux l'intérêt après quelques explications. Cet appareil est constitué par un cadre mobile de grande dimension qui porte la plume d'un enregistreur ordinaire Richard et qui peut tracer directement sur le papier, en donnant une course totale de 100 mm pour une intensité de 10 milliampères, tout en ayant seulement une résistance intérieure de 3 ohms. Le champ magnétique, et c'est là l'originalité du système, est formé par un électro de Weiss; il peut, naturellement, avoir une intensité considérable. Le but poursuivi était le suivant : faire un galvanomètre enregistreur à grande sensibilité sans recourir à des appareils forcément coûteux et c'est pour cela que M. Turpain a eu l'idée d'utiliser un modèle d'électro-aimant puissant qui se trouve dans beaucoup de laboratoires; cette solution n'est donc pas générale, mais elle est intéressante pour les Facultés et les grandes Écoles qui possèdent ces électros. Ajoutons que le système enregistreur complet : cadre galvanométrique, tambour et mouvement, forme un tout facilement amovible et n'immobilise pas l'électro qui peut servir à tout autre usage pendant l'intervalle des mesures.

Un nouveau modèle de ***volt-wattmètre étalon*** à bobines ampères amovibles et interchangeables était présenté par les ateliers Carpentier. On connaît les difficultés que présentent fréquemment les mesures de puissances en courant alternatif : il est bien rare qu'on dispose, au moment voulu, du wattmètre de la sensibilité convenable

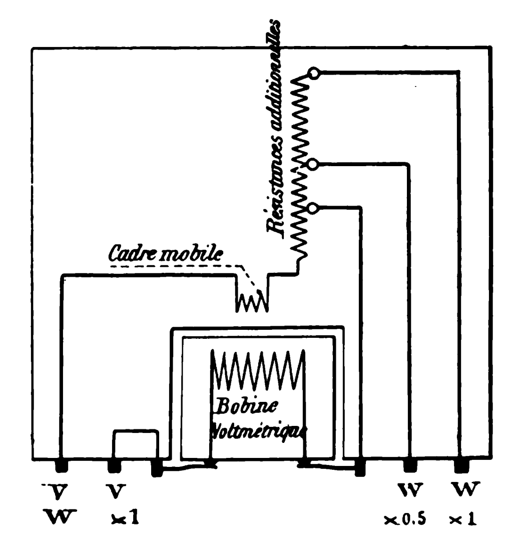


Fig. 2. — Schéma des connexions intérieures du volt-wattmètre.

et comme ces appareils sont assez coûteux, on a été conduit à augmenter leur « marge » de mesures, soit au moyen de résistances additionnelles du circuit volts, soit par la division du circuit ampères en sections qu'on peut mettre en séries ou en parallèle. On a aussi tenté, mais ce moyen est très discutable, l'emploi de shunts sur le circuit ampères.

Dans le volt-wattmètre Carpentier, la boîte de l'instrument renferme à demeure le circuit volts complet :



cadre mobile, pivots et ressorts, résistances additionnelles, et les bobines ampères sont montées sur des blocs parallélépipédiques qui viennent se placer rigoureusement dans la même position dans des encastrements ménagés à cet effet dans la boîte. Les bobines ampères sont assez grandes pour envelopper entièrement le système mobile, pivots compris, de sorte que l'axe de rotation passe toujours dans le plan médian de la bobine. On peut de cette manière disposer de plusieurs bobines pour des intensités variées.

Afin que toutes les bobines donnent la même loi de déviation, il a fallu éliminer l'influence des conducteurs amenant le courant, particulièrement pour les grandes intensités, et ceci a été obtenu d'abord par l'étude de la forme du conducteur intérieur et ensuite en amenant le courant au moyen des câbles terminés par des fiches coniques qui viennent se loger dans des trous ménagés à cet effet dans les blocs; les fiches sont maintenues en place au moyen d'écrous. Ce dispositif éloignant la partie où les conducteurs peuvent prendre une direction quelconque évite les perturbations du champ des bobines. Les blocs sont concentrés dans leur logement par des ressorts énergiques qui les pressent contre des butées métalliques.

On peut remplacer la bobine ampères par un bloc semblable renfermant une bobine en fil fin qu'on met en série avec la bobine mobile; on obtient ainsi un électrodynamomètre à grande résistance et grande sensibilité, et il suffit de tracer sur le cadran une division appropriée pour pouvoir se servir de l'instrument comme d'un voltmètre de précision pour alternatif.

L'*électromètre pour hautes tensions* de MM. Abraham et Villard (Carpentier) diffère notablement de ceux en usage actuellement. Le plus grand obstacle aux mesures des tensions élevées résulte de la distance explosive qui augmente plus vite que la différence de potentiel, de sorte qu'on est obligé de donner des dimensions considérables si l'on veut éviter les décharges entre les armatures, ou entre celles-ci et la boîte de l'instrument.

Dans l'électromètre Abraham et Villard (*fig.* 3), la difficulté est tournée de la façon suivante : une des armatures est formée par un plateau métallique de 40 cm de diamètre environ et portée par une colonne de verre; l'autre, qui renferme tout le système mobile, est constituée par une boîte cylindrique, à arêtes fortement arrondies, d'environ 20 cm de diamètre, également portée sur une colonne de verre. Les deux colonnes peuvent être montées sur un socle en bois qui fixe leur écartement. Une ouverture est ménagée dans la partie cylindrique de la boîte, en face du plateau, et un petit disque métallique peut se mouvoir dans cette ouverture. Ce disque est porté au bout d'un bras horizontal suspendu par deux ressorts légers formant une sorte de pendule.

Le disque métallique étant attiré par le plateau tend à s'en approcher, mais la pesanteur le retient et sa déviation dépend de la différence de potentiel entre le cylindre et le plateau. Un système amplificateur relie le pendule à l'index, de sorte que les petites déviations du disque sont observées sur un cadran de grande ouverture.

Ce qu'il y a d'intéressant dans cet appareil, c'est la réunion de tous les organes mobiles à l'intérieur d'une des armatures, ce qui a permis de donner à ces dernières des formes arrondies, à grand rayon de courbure, pour

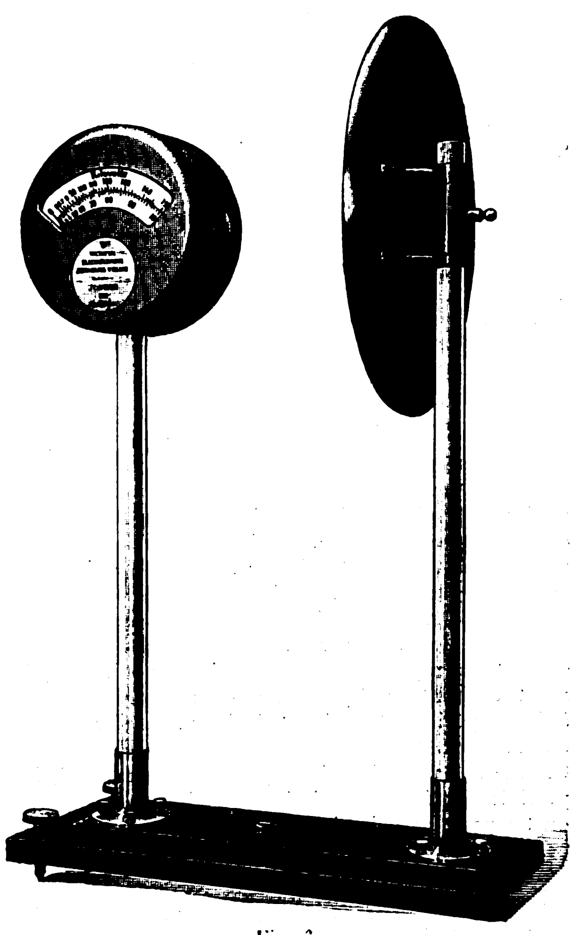


Fig. 3.

éviter la formation des aigrettes qui amorcent les étincelles sur toutes les pointes ou parties à faible rayon.

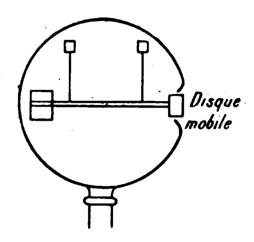


Fig. 4. — Coupe schématique de la boîte de l'électromètre.

Le socle de l'appareil permet de placer le disque et le cylindre à deux distances différentes l'une de l'autre, selon qu'on veut mesurer 150000 ou 300000 volts.

Sous le nom d'*olistographe*, M. Andrault a réalisé un appareil susceptible de rendre des services pour l'essai des moteurs asynchrones (*fig.* 5). Un disque métallique, recou-

vert d'un papier chimique, analogue, par exemple, à celui des télégraphes Bain, est monté sur un support qu'on peut tenir à la main. Un arbre, muni d'un pointeau semblable à celui des compteurs de tours, commande le mouvement du disque au moyen d'un système d'engrenages ou de vis pour réduire la vitesse. Un style métallique peut se déplacer régulièrement le long d'un rayon du disque, également sous l'action de l'arbre à pointeau, de sorte que, quand celui-ci est appuyé contre l'arbre d'un moteur,

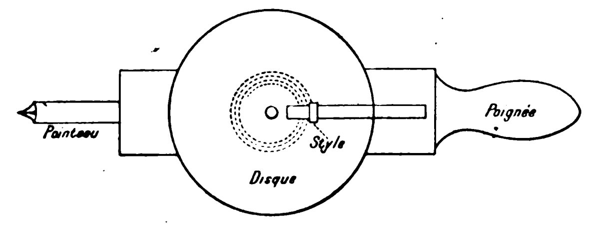


Fig. 5. — Olistographe.

le disque tourne et le style, en se déplaçant, trace sur le papier une spirale. Si l'on fait passer un faible courant entre le style et le disque, la spirale se trouve enregistrée, mais si ce courant est pris sur l'alternatif qui alimente le moteur synchrone, le trait est discontinu, les points correspondant aux maxima du courant. Sur un moteur synchrone les traces se reproduiraient régulièrement suivant des rayons du disque, mais, par suite du glissement du moteur asynchrone, elles retardent un peu à chaque période et dessinent ainsi sur le papier des sortes de développantes dont la courbure dépend du glissement. Comme le pas de la spirale peut être assez serré, il est possible de suivre les variations du glissement en fonction du temps et de voir l'influence des charges variables ou permanentes, ainsi que de les mesurer exactement.

Le *phasophone de Stephenson* (Diény et Lucas) est une combinaison du téléphone et d'un circuit renfermant une grande résistance et un condensateur, le tout est destiné à contrôler l'état d'un réseau à haute tension en décelant, par des bruits parasites caractéristiques, les défauts dès leur naissance.

Le condensateur est relié entre les bornes *a* et *b*, il a pour diélectrique du mica d'une épaisseur suffisante pour résister aux tensions et surtensions des réseaux à essayer. La résistance non inductive, supérieure à 1 mégohm, est entre *b* et *c*, un micromètre à étincelles se trouve à la partie supérieure de la boîte; enfin, les bornes 1 et 2 servent à attacher le téléphone.

Pour l'essai d'isolement, on établit les connexions selon la figure 6, la borne 1 étant reliée à une bonne terre et la borne *a* mise en communication avec un des conducteurs à haute tension ou avec le point neutre d'un système triphasé. Tant que le réseau est en bon état, le téléphone fait simplement entendre le bruit correspondant au courant alternatif; mais dès qu'un défaut se manifeste laissant passer de petites étincelles, des crépitements caractéristiques sont entendus dans le téléphone et ainsi des défauts impossibles à déceler d'une autre façon sont reconnus avant d'être dangereux.

Pour observer les surtensions, la borne *a* est encore reliée à un des fils à haute tension et 1 à la terre, mais on intercale le micromètre à étincelles entre *c* et 2 (*fig.* 7).

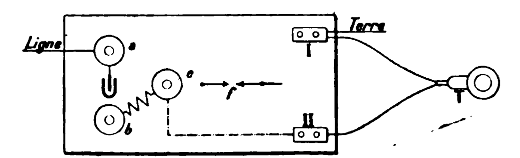


Fig. 6. — Phasophone Stephenson.

Après réglage convenable de la distance explosive du micromètre, le téléphone reste muet tant que la tension reste normale, mais fait entendre un crépitement à chaque

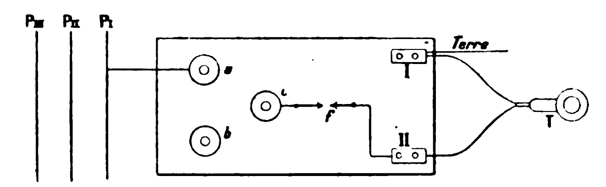


Fig. 7. — Phasophone Stephenson.

étincelle due à la surtension. Cet instrument qui commence, paraît-il, à se répandre en Allemagne, semble susceptible de rendre des services dans l'exploitation des réseaux à haute tension.

La détermination de l'*échauffement des conducteurs* par la variation de résistance est généralement faite en déduisant cette résistance des valeurs simultanées de la tension et de l'intensité. Les erreurs de lecture et de graduation des appareils peuvent s'ajouter, rendant la précision de la mesure assez incertaine; or, l'acceptation ou le refus d'une machine peuvent être la conséquence de ces erreurs.

Pour parer à ces inconvénients, M. Boucherot a fait réaliser, par la Compagnie des compteurs, un ensemble d'appareils bien combiné pour fournir toutes les données nécessaires aux essais avec une exactitude suffisante. La figure 8 indique schématiquement le dispositif employé.

Dans une boîte sont disposés un voltmètre de précision V, un milliampèremètre à cadre mobile MA, une série de shunt *s*, *s'*, *s"*, réglés pour une différence de potentiel maximum de 0,1 volt, et un rhéostat à contact glissant R. Les connexions convenables et les commutateurs utiles sont également placés dans la boîte. En reliant l'inducteur étudié X à l'un des shunts *s*, au rhéostat R et au voltmètre V, on forme les côtés d'un pont de Wheatstone dont les sommets 1 et 2 sont reliés à la source de courant destinée à l'excitation des inducteurs et les sommets 3 et 4 reliés au milliampèremètre servant comme galvanoscope. Par le moyen du rhéostat R on règle l'équilibre en ramenant le galvanoscope au zéro et l'indication lue sur le rhéostat R donne à ce moment la valeur de la résistance cherchée. Le voltmètre V qui forme un des bras de proportion du pont donne en même temps la différence

de potentiel aux bornes à 0,10 volt près, puisque la chute de tension en S ne dépasse pas cette valeur, et, au moyen d'un commutateur, on peut relier directement le milliampèremètre au shunt et lire l'intensité. La mesure peut se faire à tout moment, sans arrêter la marche de la machine essayée.

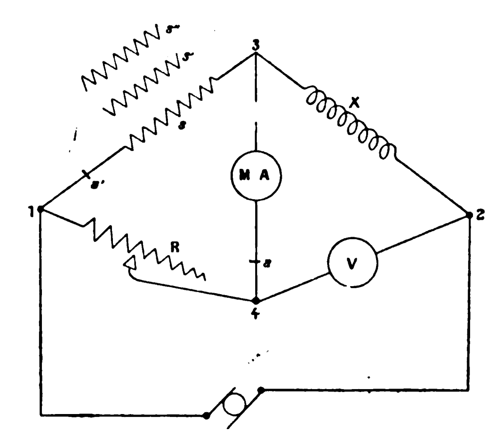


Fig. 8. — Dispositif Boucherot pour la mesure de l'échauffement des conducteurs.

Pour mesurer la *température des collecteurs*, question connexe à la précédente, la Compagnie des compteurs construit une petite sonde thermo-électrique formée de deux pièces métalliques isolées et qui se trouvent reliées lorsqu'on les applique sur une des lames du collecteur essayé, un millivoltmètre sensible complète ce dispositif qui est certainement bien supérieur au procédé barbare du thermomètre à mercure placé tant bien que mal, plutôt mal que bien, sur le collecteur qu'il touche rarement d'une façon suffisante.

Le Laboratoire municipal de Photométrie, créé par M. Lauriol et dirigé par M. Girard, présentait, pour l'essai en série des brûleurs à gaz, un *dispositif photométrique* intéressant. L'écran est un Lummer et Brodhun modifié, dans lequel les miroirs réfléchissants latéraux ont été supprimés. Deux lames diffusantes translucides, parallèles chacune à une des faces du biprisme de Lummer, ferment la boîte et sont éclairées par les deux sources à comparer, cette disposition aurait, d'après M. Lauriol, l'avantage d'augmenter beaucoup la luminosité des plages éclairées et serait très utile dans le cas des faibles éclairements.

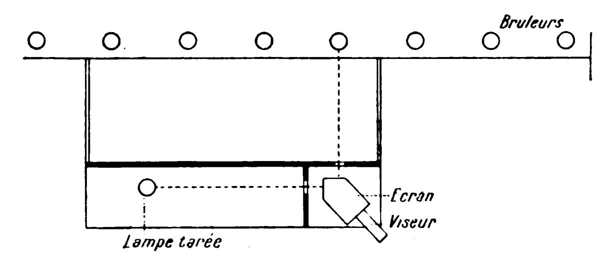


Fig. 9. — Dispositif photométrique Lauriol.

Dans le système photométrique complet (*fig.* 9), les brûleurs à essayer sont placés sur une rampe parallèlement à laquelle peut se déplacer le chariot portant l'écran et la lampe tarée, on peut ainsi amener successivement l'écran en face de chaque brûleur et contrôler sa position au moyen d'un petit viseur à lentille qui donne sur un verre dépoli l'image du brûleur. Les comparaisons sont toujours faites avec une lampe à incandescence tarée à l'avance et qu'on peut placer à une distance variable de l'écran pour obtenir l'égalité des plages, la distance du brûleur à l'écran restant constante. On voit que dans ce dispositif l'angle de 90° que font entre elles les lames diffusantes permet de les éclairer normalement; dans le cas où les deux sources sont dans la même ligne, les lames diffusantes sont éclairées à 45°, ce qui, évidemment, réduit l'avantage résultant de la simplification.

Ce qu'il y avait, peut-être, de plus intéressant et, à coup sûr, de plus nouveau, à l'Exposition, c'étaient les *transformateurs statiques de fréquence* de M. Maurice Joly. Ces transformateurs ont été présentés à l'Académie des Sciences dans deux Notes écrites par leur auteur quelques jours avant sa mort (*Comptes rendus*, 13 et 27 mars 1911).

Dans le doubleur de fréquence on utilise la dissymétrie magnétique obtenue par la superposition d'un courant continu et d'un courant alternatif. Deux transformateurs identiques, à circuit magnétique fermé, ont leurs primaires montés en série et alimentés par un courant alternatif quelconque.

Les enroulements secondaires B, B' (*fig.* 10) sont connectés de façon à opposer leurs f. e. m., enfin deux enroulements auxiliaires C, C' reçoivent du courant continu, mais dans des sens tels que dans une demi-période le flux continu s'ajoute au flux alternatif dans un des transformateurs et se retranche dans l'autre. Grâce à ces connexions, l'un des transformateurs atteint la saturation magnétique pendant une demi-période, tandis que l'autre n'y arrive qu'à la demi-période suivante. Le flux magnétique qui traverse le premier transformateur est donc la somme d'un flux constant et d'un flux périodique complexe, pouvant être représenté par une série de Fourier, tandis que le flux dans l'autre est donné par la même somme, mais avec un retard d'une demi-période principale dans le flux périodique.

En appelant φ et φ' les flux dans les deux transformateurs, on peut écrire

$$\varphi = a_0 + a_1 \sin \omega t + a_2 \sin(2\omega t + \alpha_2) + a_3 \sin(3\omega t + \alpha_3) + \ldots,$$

$$\varphi' = a_0 - a_1 \sin \omega t + a_2 \sin(2\omega t + \alpha_2) - a_3 \sin(3\omega t + \alpha_3) + \ldots;$$

la somme des flux dans les deux transformateurs sera donc

$$\varphi + \varphi' = 2[a_0 + a_2 \sin(2\omega t + \alpha_2) + a_4 \sin(4\omega t + \alpha_4) + \ldots],$$

expression qui ne renferme que les harmoniques pairs de la fonction périodique. Comme la f. e. m. secondaire est donnée par les variations de ce flux résultant, on voit que le courant alternatif obtenu ne pourra renfermer que

des harmoniques pairs du courant alternatif employé, et, principalement, l'harmonique deux.

Faisant une hypothèse sur la relation entre les flux et les ampères-tours totaux des transformateurs, et admettant l'expression

$$NI = A\varphi + B\varphi^3,$$

M. M. Joly est arrivé à montrer que la puissance du transformateur doubleur est proportionnelle au volume du fer, à la fréquence et, sensiblement, au cube de la tension primaire.

Le calcul montre également que les amplitudes a_2, a_4 des harmoniques pairs du flux s'annulent pour une résistance secondaire nulle, ce qui donne un moyen de se débarrasser des harmoniques parasites. Il suffit, en effet, de placer, aux bornes du secondaire, un circuit composé

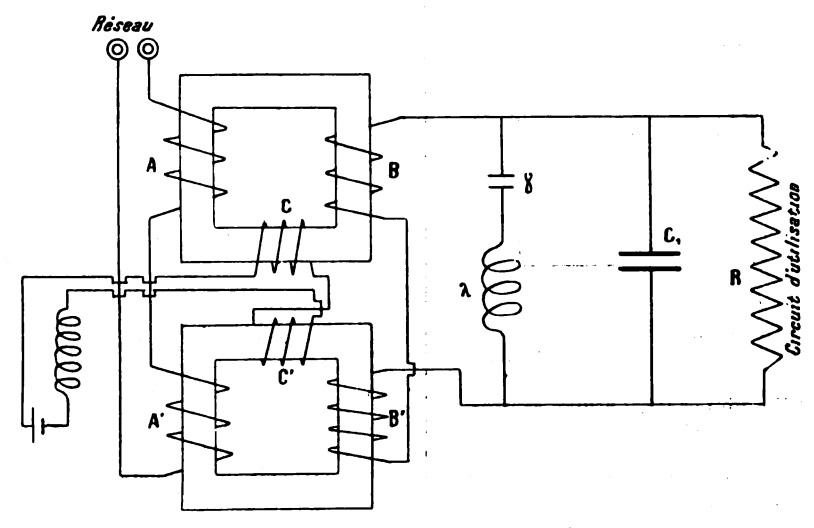


Fig. 10. — Schéma des connexions du doubleur de fréquence Joly.

d'un condensateur et d'une self-induction en résonance avec l'harmonique visé, pour l'éliminer facilement.

Au contraire, si l'on place seulement un condensateur C_1 en dérivation sur le circuit d'utilisation, et si ce condensateur forme, avec la self du transformateur, un système en résonance avec l'harmonique 2, a_2 passe par un maximum : c'est la condition la plus favorable pour le doubleur de fréquence.

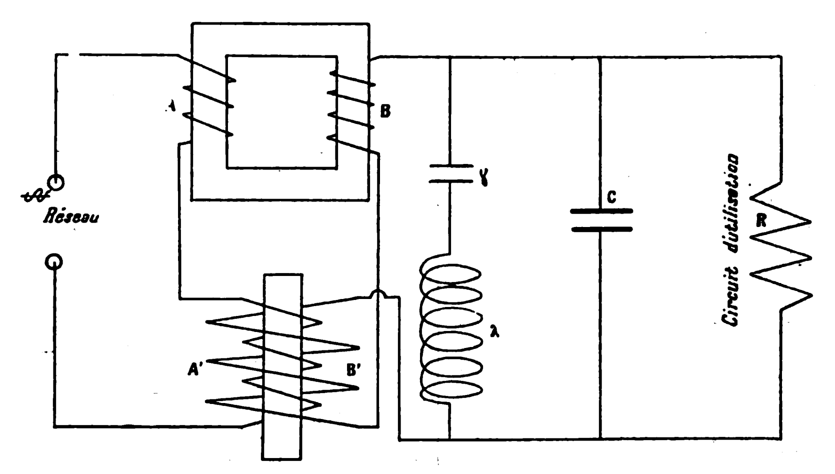


Fig. 11. — Schéma des connexions du tripleur de fréquence Joly.

Pour tripler la fréquence l'un des transformateurs à circuit magnétique fermé est remplacé par un autre à noyau droit, de façon à donner un flux à peu près proportionel aux ampères-tours (*fig.* 10). Les enroulements secondaires sont encore disposés en opposition, mais il n'y a plus de flux constant. Un raisonnement analogue au précédent fait voir qu'il ne reste dans le secondaire que des termes en

$$3\omega, \quad 5\omega, \quad \ldots,$$

la fréquence fondamentale ayant disparu par l'opposition des deux circuits et les termes pairs n'existant pas puisque la cause de dissymétrie, le flux constant, a disparu.

Avec ce dispositif, la puissance est sensiblement proportionnelle à la quatrième puissance de la tension primaire. L'emploi d'un circuit $\gamma\lambda$ en résonance avec l'harmonique 5 permet l'élimination de ce parasite et, quand tout est bien réglé, on obtient réellement un courant de fréquence triple et assez voisin de la sinusoïde. L'expérience montrée à la Société de Physique était bien convaincante à cet égard. Ajoutons que, dans des expériences faites à 42 périodes par seconde et à 110 volts, on a pu obtenir 679 watts à la fréquence 126 et avec un rendement de 0,64.

On peut espérer que ce système de multiplication de la fréquence trouvera de nombreuses applications; en attendant, on doit le considérer comme une très intéressante solution d'un problème activement étudié en ce moment.

Une bonne application des contacts électriques, employés par MM. Mercadier et Magunna, pour les électrodiapasons de leur télégraphe multiplex, a été faite aux diapasons du Dr Bonnier pour le massage et la recherche de la sensibilité nerveuse. Les appareils construits par M. Lancelot sont réglés pour des fréquences de 40 à 100 vibrations doubles par seconde et peuvent donner des amplitudes absolument régulières de 1^{mm} à 8^{mm} selon le réglage et pendant des heures entières; cette régularité d'amplitude fait de ces diapasons d'excellents instruments de diagnostic.

Terminons par une expérience assez paradoxale de M. A. Porter. Un fil de platine est recouvert par endroits d'une gaine de verre de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur, soudée exactement contre le métal. Si l'on envoie un courant dans le fil, on voit rougir les parties découvertes du métal et les *parties couvertes restent sombres*. Cela provient de l'augmentation de la surface d'émission due à la présence de la gaine de verre et de la *bonne conductibilité* calorifique de celui-ci. En effet, la conductibilité calorifique du verre est meilleure que celle de l'air et s'il semble que les conducteurs isolés se refroidissent moins facilement que les conducteurs nus, cela tient évidemment à la présence d'une mince couche d'air entre le métal et l'isolant, ce qui n'arrive pas ici où le métal est soudé avec le verre.

H. Armagnat.

TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT.

Transmission universelle, système Williams et Janney.

Dans les ateliers on a constamment à résoudre le problème suivant : Un arbre tournant toujours dans le même sens avec une vitesse constante, entraîner avec cet arbre un arbre secondaire situé dans une direction différente, et devant tourner avec une vitesse de valeur et de sens variables à volonté.

Sous cette forme générale, ce problème n'avait pas jusqu'ici de solution véritablement pratique. De nombreux mécanismes comportant des engrenages, roues à chaîne, tambours ou cônes de friction, en donnent des solutions particulières. Mais, outre que ces mécanismes ont le plus souvent un rendement peu satisfaisant, ils ne permettent pas la variation continuelle et graduelle de la vitesse. Un accouplement électrique formé d'une génératrice commandée par l'arbre primaire et d'un moteur actionnant l'arbre secondaire fournit, à ce dernier point de vue, une solution bien plus satisfaisante; mais cette solution n'est encore que partielle.

La transmission universelle, imaginée par MM. Williams et Janney et exploitée en France par la Société « La Transmission universelle française », donne une solution plus générale. Le principe en est le suivant : l'arbre primaire fait mouvoir une série de petites pompes à huile dont la course est constante, tandis que l'arbre secondaire est mis en mouvement par une série de pompes du même genre, à course fixe, dans lesquelles les premières aspirent ou refoulent l'huile. En modifiant la course des pompes primaires, ce qui peut se faire pendant la marche, on modifie leur débit dans le même rapport, la vitesse de rotation de l'arbre primaire étant constante; mais comme la course des pompes secondaires est fixe, à toute variation du débit des pompes primaires correspond une variation inversement proportionnelle du nombre des coups de pistons de ces pompes et par suite une variation de la vitesse de rotation de l'arbre secondaire qu'elles commandent. En outre, en renversant le sens du débit des pompes primaires, on renverse le sens de rotation de l'arbre secondaire. Enfin, il est possible, en reliant les pompes primaires et les pompes secondaires par une canalisation où circule l'huile, de placer l'arbre secondaire dans une situation quelconque, même assez éloignée, par rapport à l'arbre primaire.

Mais si le principe est simple, la construction n'est pas sans difficultés, ainsi qu'on s'en rendra compte par la description de l'appareil servant à conduire à vitesse et sens de rotation variables à volonté un arbre situé dans le prolongement de l'arbre primaire.

Les figures 1 à 4 donnent, avec des légendes suffisamment explicatives, les coupes et vues des diverses pièces de l'appareil. La figure 5 en montre une vue intérieure. Sur cette dernière on voit, en allant de droite à gauche : d'abord un bout de l'arbre de commande, puis une culasse pivotante qu'on peut incliner par rapport à l'arbre au moyen de la vis qu'on voit sur la droite, vis qui prend appui sur le carter qui enferme tout l'appareil; au delà se trouve un plateau prenant appui sur la boîte précédente par l'intermédiaire d'une couronne de butée à billes et d'une couronne de guidage, billes plus petites; ce plateau est relié à l'arbre par un joint cardan et porte les logements des têtes de bielles actionnant les pistons des pompes à huile dont les cylindres sont rassemblés dans un barillet situé immédiatement après; plus loin, se trouve le plateau de distribution dont la figure 7 montre une vue de face; au delà de ce plateau, se trouvent reproduites les pièces précédentes placées en ordre inverse, c'est-à-dire le barillet des pompes secondaires, le plateau où sont fixés les têtes des bielles de ces pompes et enfin la culasse à inclinaison fixe contre laquelle bute le plateau précédent.

Le plateau de distribution sert donc de séparation entre les organes de l'appareil conduits par l'arbre primaire et ceux qui actionnent l'arbre secondaire. La figure 6 montre ces deux parties (la première étant située



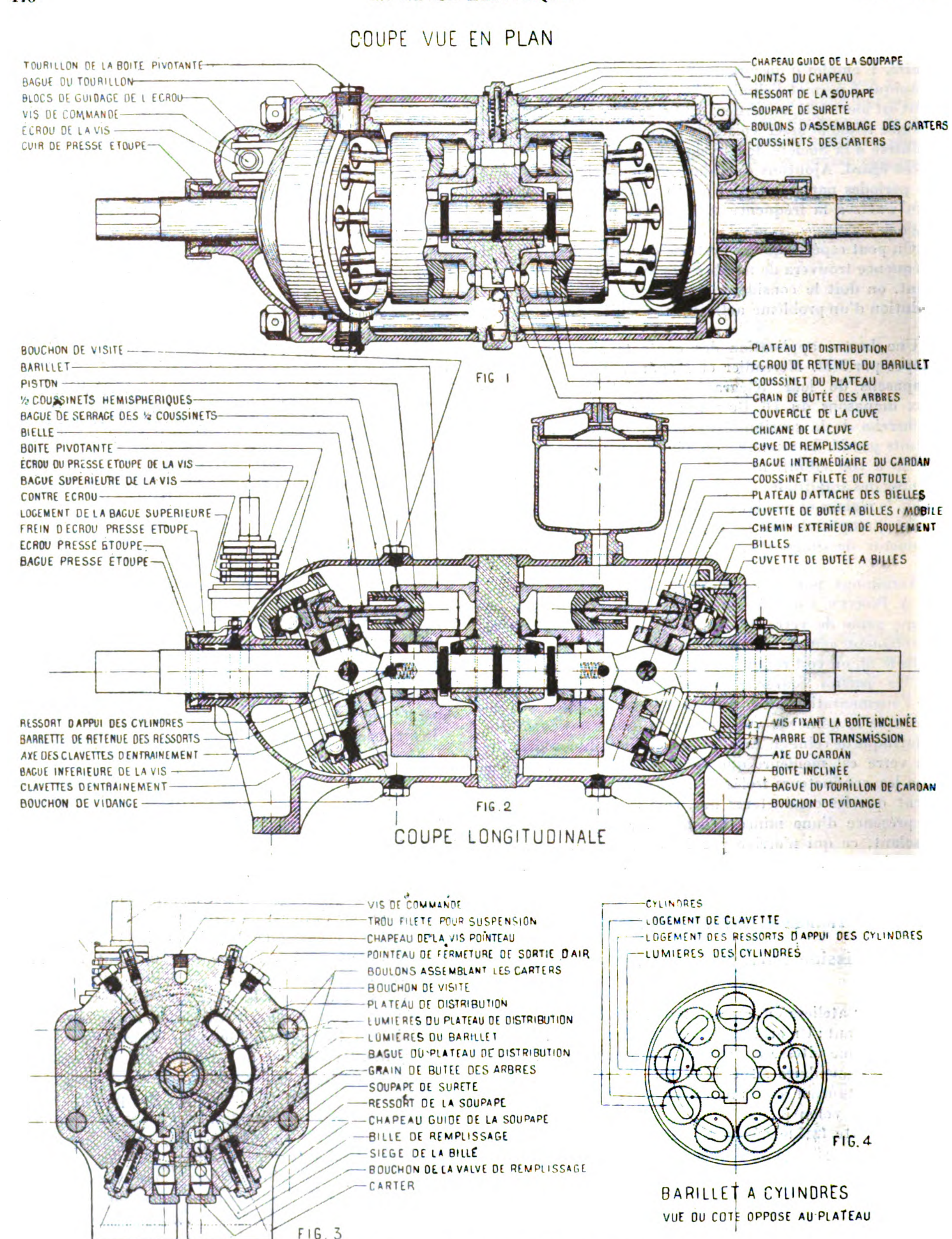


Fig. 1 à 3. — Vues et coupes de la transmission Williams et Janney.

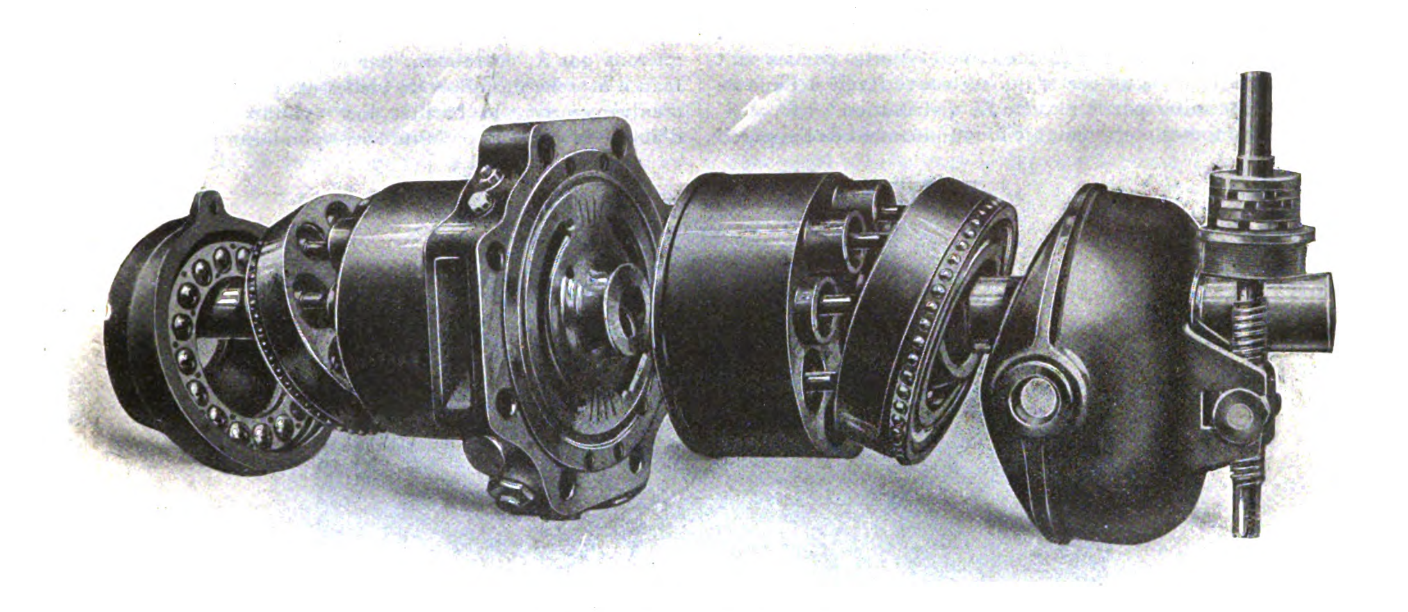


Fig. 5. — Vue intérieure de la transmission Janney.

Fig. 6. — Vue de l'appareil complet entr'ouvert.

à gauche) légèrement séparées l'une de l'autre, de manière à laisser voir le plateau de distribution. La figure 8 représente l'une des parties, celle contenant la culasse à inclinaison fixe. On voit que l'une et l'autre parties sont enfermées dans un carter qui se trouve fermé à l'une de ses extrémités par le plateau de distribution.

Examinons maintenant le fonctionnement de l'appareil dont les carters sont complètement remplis d'huile. Lorsqu'on mettra en mouvement l'arbre représenté à gauche sur les figures 1 et 2, cet arbre, que nous désignerons par A, entraînera, par le joint cardan, le plateau d'attache des têtes de bielles et, par des clavettes d'entraînement, le barillet des cylindres. Supposons d'abord la culasse oscillante correspondante placée dans

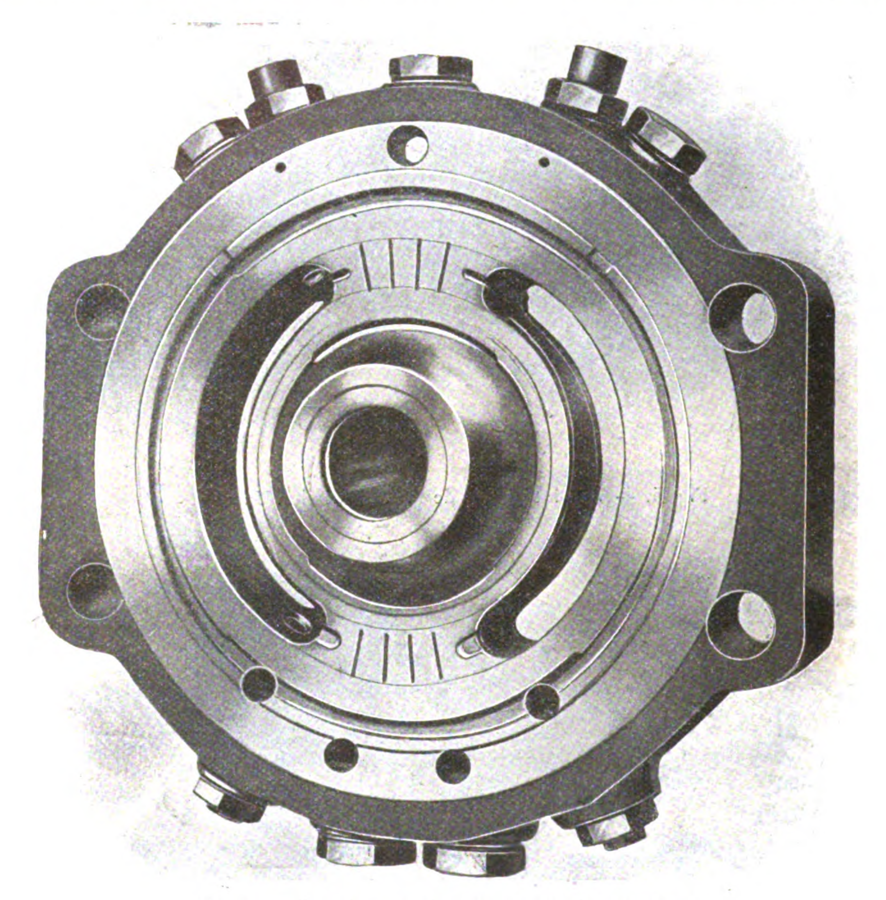


Fig. 7. — Vue de face du plateau de distribution.

la position perpendiculaire à l'axe de l'appareil. Le plateau d'attache des têtes de bielles tourne alors parallèlement au barillet; par suite, les pistons des pompes à huile restent dant une position fixe par rapport aux cylindres et les pompes ne fonctionnent pas. Il n'y a donc aucun passage d'huile à travers le plateau de distribution et les pompes placées de l'autre côté du plateau n'entreront pas en jeu; l'arbre situé de ce côté et que nous appellerons B reste immobile.

Donnons maintenant une certaine inclinaison au plateau A des têtes de bielles; le plateau ne tourne plus parallèlement au barillet et tous les pistons se déplacent dans leurs cylindres, ceux qui s'éloignent du plateau de distribution aspirant de l'huile et ceux qui s'en rapprochent la refoulant. L'une des deux lumières que présente ce plateau se trouve donc traversée par un flux d'huile d'un certain sens, l'autre par un flux de sens contraire. On remarquera que, lorsqu'un piston atteint le point le plus haut de sa révolution, il est pendant un instant immobile à l'extrémité de sa course; il se trouve précisément à ce moment en face de l'espace plein entre les deux lumières du plateau et passe ainsi du côté aspiration au côté refoulement. Le même phénomène se produit en sens inverse, lorsque le cylindre est au point le plus bas de sa révolution et le piston à l'autre extrémité de sa course. A chaque révolution de l'arbre A, il y a donc une certaine quantité d'huile aspirée et une égale quantité refoulée de l'autre côté du plateau, quantité qui augmente avec la longueur de la course du piston et par conséquent avec l'angle d'inclinaison de la culasse mobile. Or cette huile est puisée ou refoulée dans les cylindres des pompes placées du côté B du tableau. Les pis-

tons de ces pompes sont donc mis en mouvement et, comme la culasse correspondante est inclinée par rapport au barillet, la culasse se met ainsi en mouvement et entraîne l'arbre B auquel elle est reliée.

La vitesse angulaire de l'arbre B dépend évidemment de la course des pistons A et, par suite, de l'inclinaison de la culasse A. Si, par exemple, chaque cylindre B a une capacité de 20 cm^3, un tour du barillet B à neuf cylindres correspond à 180 cm^3; donc si l'inclinaison du barillet A a été très peu inclinée de manière qu'un piston, en un tour, ne déplace qu'un volume de 0,1 cm^3, un tour du barillet A correspondra à 0,9 cm^3. Pour refouler les 180 cm^3 nécessaires à un tour du barillet B, il faudra donc que le barillet A et l'arbre correspondant accomplissent 200 tours; la vitesse angulaire se trouve donc ainsi réduite dans le rapport de 200 à 1.

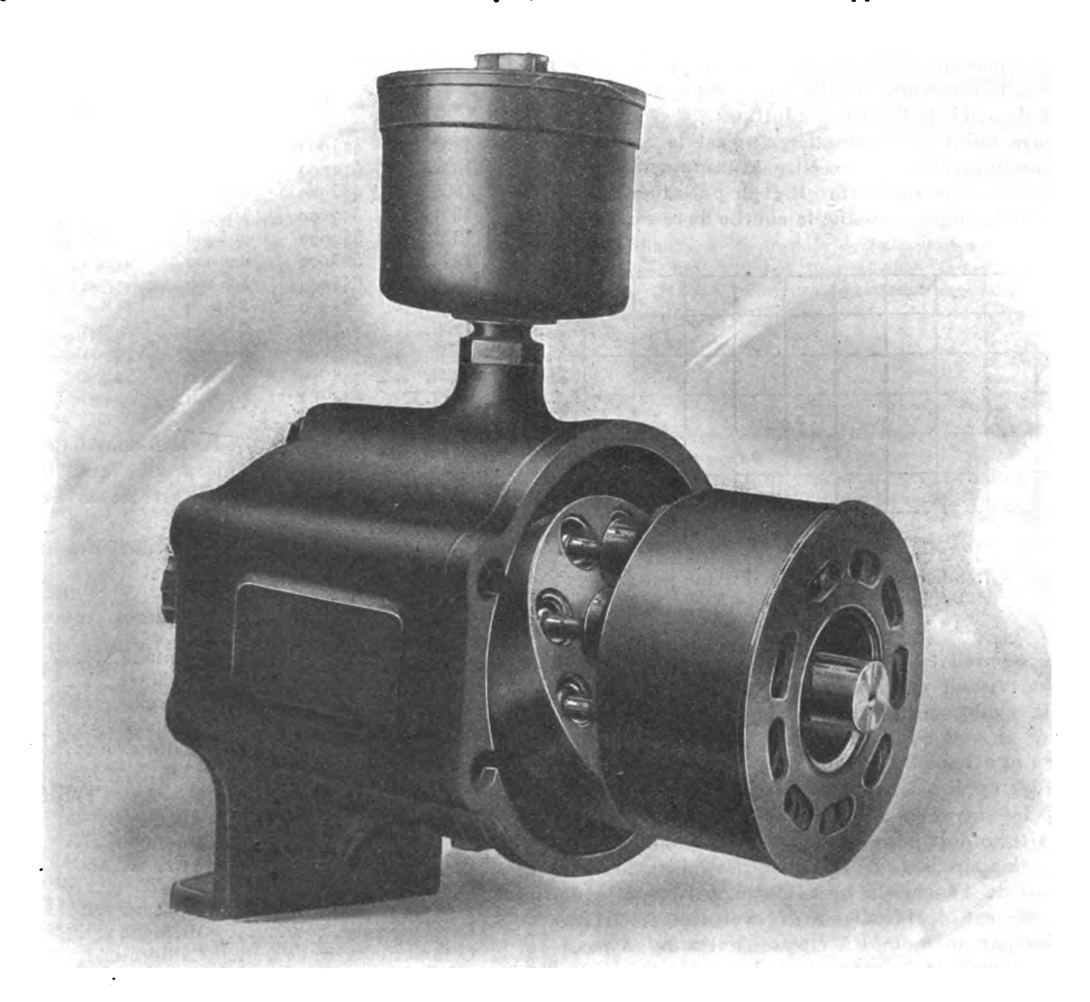


Fig. 8. — Vue des organes du côté conduit.

Remarquons que nous n'avons envisagé l'inclinaison de la culasse A que d'un seul côté. Si on l'incline de l'autre côté, l'arbre A continuant toujours à tourner dans le même sens, le rôle des lumières du collecteur du plateau de distribution se trouve inversé et l'arbre B tourne en sens inverse de celui correspondant à l'hypothèse précédente.

L'explication précédente suppose que l'huile aspirée et refoulée passe sans perte du barillet A au barillet B. Pratiquement, il y a des pertes qu'il faut compenser au fur et à mesure qu'elles se produisent. A cet effet, le plateau de distribution porte, à sa partie inférieure, deux soupapes de remplissage, une pour chaque collecteur. Comme on le voit sur la figure 3, chaque soupape est constituée par une bille d'acier portant sur un siège vissé sur le plateau; un bouchon ferme l'orifice par lequel ce siège est introduit. Ces soupapes permettent à l'huile de pénétrer dans le collecteur correspondant, mais l'empêchent d'en sortir.

D'autres organes sont également indispensables. Il

faut une soupape de sûreté, car quand le couple agissant sur l'arbre B est considérable, la pression de l'huile peut atteindre une valeur exagérée; cette soupape, placée à la partie supérieure du collecteur, est indiquée sur la figure 1; elle permet à l'huile, quand la pression est trop élevée, de retourner dans les carters. Il faut aussi que les carters soient toujours complètement pleins d'huile et pour cela il faut prévoir des ouvertures laissant l'air s'échapper au moment du remplissage et un réservoir d'huile; ces ouvertures d'échappement d'air sont placées en haut du plateau de distribution, ainsi qu'on voit sur la figure 3; le réservoir, visible sur les figures 2, 6 et 8, est placé du côté de l'arbre conduit.

Un autre point est à considérer : c'est le rendement de cet accouplement, c'est-à-dire le rapport entre la puissance recueillie sur l'arbre B et la puissance fournie à l'arbre A. La figure 9 donne la courbe de ce rendement

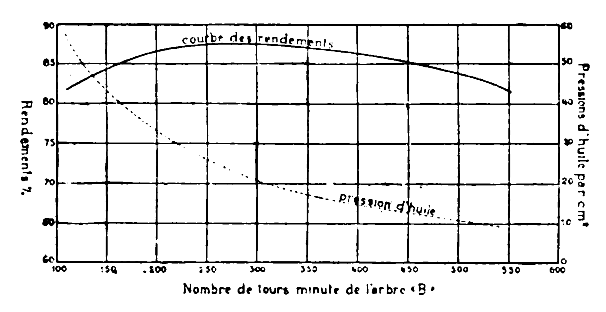


Fig. 9. — Rendement d'un appareil d'une puissance normale de 5 chevaux.

pour un appareil transmettant 5,65 chevaux, l'arbre A ayant une vitesse angulaire constante de 585 t : m et l'arbre B ayant une vitesse comprise entre 100 et 550 t : m; on voit que ce rendement est toujours supérieur à 82 et atteint 87,5 pour 100.

Parmi les applications de ce système de transmission, signalons les suivantes : commande des machines-outils, dont la vitesse doit pouvoir être réglée à volonté; commande des appareils de levage avec possibilité de la récupération de l'énergie disponible à la descente des charges; réglage de la vitesse des voitures électriques actionnées par un moteur à vitesse constante et possibilité de récupérer l'énergie pendant les descentes; actionnement à vitesse constante d'une dynamo génératrice par une force motrice à vitesse variable, telle que celle d'un moulin à vent, d'un moteur de marée, d'un essieu de voiture de chemin de fer.

T. PAUSERT.

MATIÈRES PREMIÈRES.

La production mondiale du cuivre.

D'après la *Revue Sud africaine* la production du cuivre pendant ces 12 dernières années est donnée, en tonnes, par le Tableau suivant :

Années.	Production mondiale.	États-Unis.	Espagne et Portugal.	Autres pays.
	t	t	t	t
1898.....	424000	234000	53000	147000
1899.....	472000	262000	52000	158000
1900.....	485000	269000	53000	164000
1901.....	519000	267000	54000	197000
1902.....	542000	295000	50000	198000
1903.....	566000	299000	50000	217000
1904.....	644000	365000	47000	232000
1905.....	682000	389000	44800	248300
1906.....	714000	409600	49300	253000
1907....	714000	392000	49700	272300
1908.....	748600	425000	52500	271100
1909.....	839265	490310	52185	296760

Comme on le voit la production mondiale a presque doublé, celle des États-Unis a plus que doublé, celle de l'Espagne et du Portugal est restée sensiblement constante.

La production annuelle des principales mines pour l'année 1909 est donnée ci-dessous :

Mines.	Région.	Dern. prod. ann. connue.
		t
Anaconda................	Montana......	82000
Calumet and Hecla.......	Michigan.....	81660
Rio-Tinto..............	Espagne......	79000
Boston et Montana......	Montana....	72000
Copper Queen.........	Arizona	67000
Utah Copper.............	Utah.........	31700
Butte Coalition..........	Montana......	40000
Mansfiel.................	Allemagne. ..	38822
North Butte..........	Montana.....	36000
Arizona.................	Arizona......	34700
Nevadada Consolidated...	Nevada.......	34527
United Verde............	Arizona......	33015
Copper Range...........	Michigan.....	32653
Columet et Arizona......	Californie....	30000

A elle seule, la mine de Rio-Tinto produit donc près du dixième de la production mondiale.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, en date du 22 mars 1911, approuvant le type de compteur Landis et Gyr.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par MM. Landis et Gyr, constructeurs d'appareils électriques à Zoug (Suisse), pour approbation du compteur pour courant continu, 2 fils, type AZ;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'électricité en date du 6 mars 1911;

Sur la proposition du conseiller d'Etat, directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur Landis et Gyr, AZ pour courant continu, 2 fils, pour calibres jusqu'à 15 ampères inclusivement.

Paris, le 22 mars 1911.

Ch. Dumont.

(*Journal officiel du* 23 mars 1911.)

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes du 24 mars 1911, approuvant différents types de compteurs.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Société génevoise pour la construction d'instruments de physique à Genève, pour approbation du type de compteur S. G. pour courants alternatifs triphasés, 3 fils;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité d'électricité en date du 6 mars 1911;

Sur la proposition du conseiller d'Etat, directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur S. G. de la Société génevoise, pour courants alternatifs triphasés, 3 fils, pour calibres atteignant 200 ampères et 600 volts.

Paris, le 24 mars 1911.

Ch. Dumont.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par M. J. Garnier, constructeur à Lyon, pour approbation d'un type de compteur AMT–B6² pour courants alternatifs monophasés, 2 fils;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'électricité du 6 mars 1911;

Sur la proposition du conseiller d'Etat, directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur J. Garnier AMT-B6² pour courants alternatifs monophasés, 2 fils, pour calibres de 2 à 100 ampères et tension allant jusqu'à 440 volts.

Paris, le 24 mars 1911.

Ch. Dumont.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par MM. Japy frères et Cie, constructeurs à Beaucourt (territoire de Belfort), pour approbation du type de compteur A. J. F. pour courants alternatifs monophasés;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'électricité du 6 mars 1911;

Sur la proposition du conseiller d'Etat, directeur des mines, des voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur Japy A. J. F. pour courants alternatifs monophasés, pour divers calibres jusqu'à 30 ampères et 500 volts.

Paris, le 24 mars 1911.

Ch. Dumont.

(*Journal officiel* du 26 mars 1911.)

Avis du Ministre des Finances relatif au classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816).

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES.

La direction générale des douanes porte à la connaissance des personnes intéressées les assimilations et classifications dont le relevé suit et qui, en ce qui concerne les assimilations, entreront en vigueur dans les délais fixés par l'article 2 du décret du 5 novembre 1870, soit, à Paris, un jour franc après la publication du *Journal officiel* et, partout ailleurs, dans l'étendue de chaque arrondissement un jour franc après l'arrivée au chef-lieu de l'arrondissement du journal qui les contient.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	INDICATION DES ARTICLES DU TARIF AVEC LESQUELS LES PRODUITS DÉSIGNÉS CI-CONTRE ONT ÉTÉ CLASSÉS ET DONT ILS SUIVRONT LE RÉGIME.
Coupe-circuits-tabatières :	
Sans parties métalliques........	*Pièces en porcelaine pour l'électricité*, selon la classe (n° 347 *bis*).
Complets........	*Appareils électrotechniques*, selon l'espèce (n° 521 *bis*).
Fils électriques munis de fiches de contact non séparables........	*Induits et pièces détachées électriques* (n° 536).

(*Journal officiel* du 1er mai 1911.)

Arrêté du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale créant trente-sept types de timbres-retraite.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Vu la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes et notamment l'article 3, paragraphes 2 et 3;

Vu le décret du 25 mars 1911, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 5 avril 1910;

Vu les arrêtés des 26 octobre 1910 et 4 avril 1911;

Sur le rapport du directeur des retraites ouvrières et paysannes,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Il est créé 37 types de timbres-retraite dont les catégories et les valeurs sont indiquées ci-après :

Catégorie Ire.

Timbres « assurés ».

(Timbres de couleur rouge.)

	fr
1° Un centime	0,01
2° Un centime et cinq millimes	0,015
3° Deux centimes	0,02
4° Trois centimes	0,03
5° Neuf centimes	0,09
6° Douze centimes	0,12
7° Dix-huit centimes	0,18
8° Vingt-quatre centimes	0,24
9° Trente-six centimes	0,36
10° Trente-sept centimes et cinq millimes	0,375
11° Cinquante centimes	0,50
12° Soixante-quinze centimes	0,75

Catégorie II.

Timbres « patrons ».

(Timbres de couleur verte.)

	fr
13° Un centime	0,01
14° Un centime et cinq millimes	0,015
15° Deux centimes	0,02
16° Trois centimes	0,03
17° Neuf centimes	0,09
18° Douze centimes	0,12
19° Dix-huit centimes	0,18
20° Vingt-quatre centimes	0,24
21° Trente-six centimes	0,36
22° Trente-sept centimes et cinq millimes	0,375
23° Cinquante centimes	0,50
24° Soixante-quinze centimes	0,75

Catégorie III.

Timbres « mixtes ».

(Timbres de couleur violette.)

	fr
25° Deux centimes	0,02
26° Trois centimes	0,03
27° Quatre centimes	0,04
28° Six centimes	0,06
29° Dix-huit centimes	0,18
30° Vingt-quatre centimes	0,24
31° Trente-six centimes	0,36
32° Quarante-huit centimes	0,48
33° Soixante-douze centimes	0,72
34° Soixante-quinze centimes	0,75
35° Un franc	1 »
36° Un franc cinquante centimes	1,50

Catégorie IV.

Timbres « propriétaires de métairies ».

(Timbres de couleur bleue).

37° Cinquante centimes	0fr,50

ART. 2. — Les arrêtés des 26 octobre 1910 et 4 avril 1911 sont abrogés.

Fait à Paris, le 13 avril 1911.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
J.-PAUL BONCOUR.

(*Journal officiel* du 25 avril 1911.)

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Contrat de travail. — Sentence arbitrale à la suite d'une grève. — Inapplicabilité à une catégorie d'ouvriers de la même Compagnie non visés dans la sentence.

Cour de Cassation, Chambre civile, Arrêt du 6 *mars* 1911.

Quand à la suite d'une grève une sentence arbitrale a fixé les conditions du travail, en ne parlant d'une majoration du salaire des heures supplémentaires que pour une catégorie d'ouvriers, cette majoration ne peut être arbitrairement étendue par le juge à l'ensemble des ouvriers de la même Compagnie.

« La Cour,

» Vu l'article 1134 du Code civil;

» Attendu que s'il appartient aux juges du fait d'interpréter les conventions des parties, il ne leur est pas permis, lorsqu'elles sont claires et précises, d'en méconnaitre le sens et la portée, sous prétexte d'interprétation ;

» Attendu que des constatations du jugement attaqué il résulte qu'après une grève à laquelle avaient pris part les « ouvriers de la voie, de l'entretien et des ateliers » de la Compagnie des tramways de l'E.-P., une sentence arbitrale, rendue le 10 février 1904, avait, en faveur de ces ouvriers, fixé à 35 pour 100 la majoration des salaires pour les heures supplémentaires de travail, que le sieur S... étant entré le 11 avril 1906, comme aide-graisseur, au service de la Compagnie, dans son usine de production électrique de « Port-à-l'Anglais », et ayant été congédié le 30 juin 1910, a réclamé, notamment, la somme de 511 fr, à titre de majoration de salaires pour heures supplémentaires de travail; que le Conseil de prud'hommes a accueilli la demande et que le jugement attaqué a confirmé cette décision, pour le motif que : « il ressort des documents de la cause que ladite sentence a été portée à la connaissance de tout le personnel sous forme d'ordre de service général...; que l'ordre de service général du 11 février 1904 s'adressait à l'ensemble du personnel; qu'il suit de là que la sentence arbitrale du 10 février 1904 est bien, depuis cette date, le véritable contrat de travail qui règle, sans distinction, la situation du personnel de l'E.-P... »;

» Mais attendu que si la sentence arbitrale déclare, relativement « aux journées de maladie », que « ses dispositions seront étendues désormais à « tous employés et ouvriers de la Compagnie » sans distinction », et si elle ajoute que « il sera accordé à tout le personnel deux jours de repos payés et à dates fixes », elle se borne à dire, dans son article premier, « la Compagnie paiera, avec une majoration de 35 pour 100, toutes les heures supplémentaires de travail faites par les ouvriers de la voie, de l'entretien et des ateliers »;

» Attendu que ce texte, reproduit par l'ordre de service général, est clair et précis; qu'il vise comme bénéficiaires de la majoration de 35 pour 100 non pas « tous employés et ouvriers de la Compagnie sans distinction », mais uniquement les « ouvriers de la voie, de l'entretien et des ateliers »;

» Attendu, dès lors, qu'en statuant comme il l'a fait, le tribunal



a excédé les limites de son pouvoir d'interprétation et violé le texte de loi susvisé;

» Par ces motifs,

» Casse..., renvoie devant le Tribunal civil de Versailles. »

(Communiqué par Me Gaston Mayer.)

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité du 6 mars 1911.

Présents : MM. Frénoy, président; Chaussenot, secrétaire adjoint; Cochegrus, de Clarens, Doucerain, Sirey.

Absents excusés : MM. Duvaux, Hussenot, Philippart, Fontaine secrétaire général.

Les espèces suivantes sont communiquées au Comité :

Conseil d'État. — 7 mars 1910, Sieur Lallement contre Ministre des Finances. Location de force motrice, industriel imposé comme producteur d'énergie électrique, demande en décharge de droits de patente, décharge accordée (Circulaire n° 6 du Syndicat professionnel de l'Industrie du Gaz).

Tribunal civil. — Le Havre, 23 juin 1910, veuve Boivin contre Station centrale d'électricité de Bolbec, électricité, fils conducteurs, distance des toits, lucarnes et cheminées, accident, contact avec un fil, personne montée sur le toit, non responsabilité de la Compagnie (*Loi*, 2 février 1911).

Tribunal de commerce. — Seine, 4 janvier 1911, Mayer contre Compagnie générale des Omnibus : responsabilité civile, Compagnie des Omnibus, dommages aux propriétés, voitures automobiles, poids excessif, circulation dommageable, règlements administratifs, autorité (*Loi*, 5 février 1911). 11 janvier 1911, de Poncharra contre Gianoli et Morin ès qualités : fonds de commerce, nantissement, loi du 17 mars 1909, non-rétroactivité, inscription de privilège, bail (*Loi*, 9 février 1911).

Repos hebdomadaire. — Conseil d'État, 13 janvier 1911, Cognacq : repos hebdomadaire, dérogation, justifications insuffisantes, refus (*Loi*, 2 février 1911).

Interprétation de traités d'électricité. — A la demande du Comité M. X a précisé que la ville demandait l'application des lampes à filament métallique pour avoir une plus jolie lumière, sans exiger de réduction de prix. M. X, qui est obligé, d'après son contrat, de fournir les lampes, demande s'il est tenu de fournir des lampes métalliques qui lui coûtent cinq fois plus cher que les lampes ordinaires.

Le Comité consultatif répond que le concessionnaire n'est pas tenu de donner plus de bougies; mais il doit faire profiter la ville des améliorations, donc il doit fournir les lampes métalliques en application de la clause de perfectionnement, sauf toutefois à discuter sur le sens du mot « amélioration » qui doit être interprété comme prévoyant un avantage commun, donc aussi bien au point de vue de l'intérêt du concessionnaire que de l'intérêt de la ville. Si le prix du remplacement des lampes à incandescence par des lampes métalliques dépassait l'économie de consommation, on pourrait dire qu'il n'y a pas l'amélioration prévue, de sorte que la ville ne pourrait exiger le remplacement des lampes à incandescence par des lampes métalliques qu'en tenant compte du surcroît de dépenses.

Des adhérents demandent si, sans autorisation de la ville, ils peuvent modifier la distribution du courant continu en courant alternatif, soit en se branchant sur le circuit d'une compagnie de distribution, soit en remplaçant leur moteur à gaz pauvre par un moteur à courant triphasé.

Après examen des questions posées et du cahier des charges, le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Les concessionnaires ne peuvent pas transformer le système de production qui est stipulé dans le contrat qui est, par suite, un élément contractuel. Ils peuvent seulement conserver le moteur à gaz pauvre en bon état, de manière que la commune puisse le trouver le jour où elle en aurait besoin pour reprendre le service, et pourvoir à la distribution par les moyens qu'ils jugeront à propos.

Si le maire conteste la validité du paragraphe du cahier des charges visé qui porte que le concessionnaire traitera de gré à gré pour cette fourniture de la force motrice aux particuliers, cette contestation est mal fondée, car cette clause est licite.

Une société électrique qui a un traité antérieur à la loi de 1906 demande si elle peut prétendre que la modification des polices et des tarifs n'est qu'une mesure d'application du traité qui ne change rien à celui-ci, ni à la situation du concessionnaire vis-à-vis de la loi de 1906.

Le Comité consultatif répond que la police fait corps avec le cahier des charges. Cette question vient d'être jugée par la Cour de Cassation à propos d'une compagnie d'eau (30 juillet 1908, Eaux d'Oran).

Spécialement en ce qui concerne la modification des tarifs pour l'application des lampes économiques, on peut dire que la modification apportée au tarif des polices d'abonnement n'est que l'application du contrat qui prévoit les perfectionnements; par conséquent, c'est en vertu du titre primitif que la modification aux polices est apportée.

La même société demande si elle peut insérer une clause additionnelle dans son traité disant que la ville désirant l'emploi de lampes métalliques d'un pouvoir éclairant supérieur la substitution de pareilles lampes serait effectuée à condition que la consommation des lampes substituées ne dépasse pas celle des lampes portatives.

Le Comité consultatif répond qu'en principe les villes doivent trouver toutes facilités pour obtenir l'application des progrès. Il est tout naturel que le Service du Contrôle demande l'insertion de cette clause. C'est un avantage qui est stipulé pour la ville au point de vue de l'éclairage public; mais le Comité ne voit pas à quel titre les particuliers se prévaudraient de cette clause pour réclamer semblable avantage, du moment qu'elle est spécifiée seulement pour la ville avec une consommation déterminée. Les abonnés pourront seulement s'en faire un argument pour obtenir les mêmes avantages.

Interprétation de traité de gaz. — Un membre du Syndicat demande s'il est en droit d'exiger de la commune la signature de l'acte de concession en exécution de la délibération du Conseil municipal autorisant le maire à passer cet acte de concession et si la Compagnie du Gaz peut réclamer l'exercice de son droit de préférence.

Le Comité répond que la délibération du Conseil municipal en ce qui concerne l'acte de concession n'engage pas définitivement la commune : il faut que le cahier des charges soit signé et approuvé par le préfet; par conséquent, si le préfet refuse son approbation, le consultant n'a aucun moyen de forcer la commune à signer un acte de concession que le Contrôle refuse de laisser signer.

Le consultant peut seulement discuter en ce qui concerne les occupations du domaine public dans le passé en prétendant qu'il avait des autorisations tacites.

Le fait que la Compagnie du Gaz n'a rien dit n'empêche pas qu'elle puisse maintenant exercer son droit de préférence.

Cahier des charges type. — Un adhérent expose que le Service du Contrôle prétend que l'acte de concession ne peut attribuer à la commune des avantages particuliers autres que les prix d'abonnement qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes.

Le Comité consultatif répond que cette prétention du contrôle est abusive. L'article 9 de la loi du 15 juin 1906 n'oblige pas à limiter la réduction de tarifs faite en faveur de la commune à la mesure de la réduction faite en faveur des services publics ou à élever la réduction faite en faveur des services publics au taux de la réduction faite au profit de la commune; il interdit seulement d'accorder à la commune des avantages d'une autre nature, mais sans imposer l'égalité de réduction. Donc la réduction peut être de 20 pour 100 pour l'État et de 50 pour 100 pour la commune.

Difficultés avec la municipalité. — Un concessionnaire

d'éclairage électrique pose différentes questions auxquelles le Comité consultatif répond comme suit :

Le maire n'a pas le droit de refuser le mandat de payement sous prétexte de mauvaise exécution du service, alors que le contrat ne stipule pas la faculté pour la ville d'exercer des retenues sur le montant du mandat, c'est-à-dire de faire des compensations d'office. Il n'y a aucune clause dans le contrat soumis qui donne ce droit à la municipalité; par conséquent, elle doit payer intégralement ce qu'elle doit, sauf à réclamer, d'autre part, contre le concessionnaire si elle a quelque indemnité à lui demander.

Il n'y a pas de procédure particulière à employer pour obtenir rapidement la délivrance d'un mandat de paiement; il n'y a qu'à assigner la commune devant le Conseil de Préfecture.

Le maire ne peut pas être assigné seul, parce qu'il n'agit pas à titre personnel, mais en qualité de maire.

En ce qui concerne la procuration notariée exigée par le receveur municipal pour verser le montant d'un mandat aux mains d'un tiers, le Comité répond que les receveurs municipaux sont tenus de s'assurer autant que possible de l'idendité de la personne qui vient toucher le mandat; ils peuvent; par conséquent, demander des justifications de nature à les éclairer. Cependant, quand le mandat est acquitté par la partie prenante et présenté à l'encaissement par un tiers porteur d'une lettre signée de cette partie, il paraît excessif d'exiger un pouvoir notarié, mais cette exigence toutefois ne semble pas constituer une cause de responsabilité.

La commune n'est pour rien dans les difficultés avec le receveur, et le concessionnaire ne peut rien lui réclamer à cet égard.

En ce qui concerne l'article 7 du traité indiquant que le concessionnaire est tenu, en cas d'interruption de l'éclairage électrique, d'assurer l'éclairage par des lampes à pétrole, le Comité répond que cette obligation comporte celle de fournir les lampes auss bien que le pétrole, puisque le concessionnaire doit assurer cet éclairage à ses frais.

Droit de transformer la force motrice en éclairage. — M. X est concessionnaire de l'éclairage électrique d'une commune; un grand réseau de distribution doit passer dans ladite commune et une personne qui n'a pas voulu s'abonner à l'usine du concessionnaire a l'intention d'installer un moteur alimenté par un autre réseau. Le consultant demande si cette personne pourrait se servir de la force ainsi fournie pour faire son éclairage.

Le Comité répond que le consultant ne peut s'en prendre au particulier directement de l'usage qu'il fait de la force motrice; mais il pourrait, en le supposant concessionnaire de l'éclairage avec monopole, et non simple permissionnaire, s'en prendre à la commune si elle a autorisé le réseau alternatif à faire la distribution de la force motrice sans spécifier qu'il ne pourrait pas vendre de la force motrice pour faire de l'éclairage, car en ce cas, la commune aurait méconnu la portée du monopole d'éclairage concédé au consultant. Si la commune a stipulé dans sa concession à ce tiers qu'il ne pourrait pas vendre de la force motrice, la commune est hors de cause. Toutefois elle doit veiller à ce que le distributeur de force reproduise dans sa police l'interdiction pour l'abonné d'utiliser la force pour l'éclairage. L'emploi de la force vendue avec cette clause doit être surveillé par le distributeur de force, de sorte que la commune pourrait à son tour se prévaloir d'une complicité entre lui et son client, pour appliquer des sanctions. Mais cette complicité serait malaisée à prouver et, en tous cas, elle n'ouvrirait au concessionnaire de l'éclairage une action contre la commune qu'en cas de négligence par elle à exiger l'application de l'interdiction. Mais elle permettrait à ce concessionnaire de l'éclairage d'exercer une action directe contre le distributeur de force motrice pour concurrence illicite, devant les tribunaux judiciaires.

Le même adhérent expose que ses poteaux sont installés sur un côté de la voie publique et ceux des Postes et Télégraphes de l'autre côté; une ligne à courant alternatif doit passer dans le village; il demande s'il est obligé de laisser prendre place sur ses poteaux qui sont occupés jusqu'au sommet.

Le Comité consultatif indique de se reporter à l'article 40 du règlement d'Administration publique du 3 avril 1908 qui dit que tout permissionnaire ou concessionnaire est tenu, si l'Administration le requiert, de laisser utiliser ses poteaux par d'autres titulaires de permission ou concession empruntant la même voie, mais sans qu'il puisse en résulter pour lui aucune gêne dans l'exploitation, ni aucune augmentation de charges.

Le nouvel occupant verse, à titre de droit d'usage, au premier occupant, une indemnité proportionnée aux avantages que lui procure la communauté.

En cas de désaccord sur le principe ou sur les conditions techniques de la communauté, il est statué par le Ministre des Travaux publics, après avis du Comité d'Électricité.

Tribunaux compétents pour les difficultés avec les abonnés. — Une Société électrique du Sud-Est demande quels sont les tribunaux compétents pour les différends avec les abonnés les conditions d'abonnement étant stipulées dans le cahier des charges avec la ville.

Le Comité consultatif répond que c'est le juge de paix jusqu'à 300 fr sans appel et 600 fr avec appel. C'est la compétence judiciaire dans les rapports du concessionnaire et des abonnés, sauf sursis, s'il s'agit d'apprécier la légalité de la portée du cahier des charges (Civ. 30 juillet 1908, Eaux d'Oran).

Droit de couper le courant. — Une Société adhérente demande si le concessionnaire peut couper le courant à un abonné qui ne paie pas sa quittance mensuelle, la police d'abonnement prévoyant ce droit.

Le Comité consultatif répond que si la police prévoit la résiliation après mise en demeure, elle doit être appliquée sans recours aux tribunaux. Le concessionnaire peut d'abord écrire une lettre recommandée mettant l'abonné en demeure de payer et lui faire signifier ensuite, par huissier, que s'il ne paie pas sa quittance dans un délai de , le courant lui sera coupé et la police résiliée.

Frais de contrôle. — Un membre du Syndicat demande s'il doit payer tous les frais de contrôle au tarif de 10 fr même sur les routes vicinales et urbaines.

Le Comité consultatif répond que la concession étant antérieure à la loi du 15 juin 1906, il ne doit pas les frais de contrôle.

Lignes téléphoniques de sécurité. — Une Société électrique demande les démarches à faire pour être dégrevée de la taxe qu'elle paie pour ses lignes téléphoniques de sécurité, ces lignes ne lui paraissant pas astreintes au paiement des taxes d'abonnement des lignes d'intérêt privé, leur établissement étant imposé.

Le Comité consultatif répond que si l'article 7 de l'arrêté technique du 21 mars 1908 prescrit l'établissement d'un moyen de communication directe entre chaque agglomération desservie et l'usine de production de l'énergie et si l'article 39 du décret du 3 avril 1908 indique que ces lignes téléphoniques ou les lignes de signaux seront établies aux frais du concessionnaire, l'usage de ces lignes doit être gratuit puisqu'il ne procède pas d'une libre soumission au règlement du service téléphonique. Donc il y a lieu de refuser le paiement de la taxe et de résister devant les tribunaux judiciaires par la procédure ordinaire.

Dans l'intervalle des séances, les avis suivants ont été communiqués aux membres du Syndicat :

Droit d'exiger une adjudication pour le service de l'éclairage au gaz. — Une usine adhérente a soumis à la municipalité des propositions en vue d'obtenir la nouvelle concession du gaz; la municipalité paraissant disposée à l'éliminer, cette société demande si elle peut demander que la nouvelle concession du gaz soit soumise à une adjudication.

La réponse ci-après a été donnée :

La question a déjà été jugée par le Conseil d'État et dans un sens défavorable à la prétention de la station électrique.

En effet, dans un cas absolument semblable et où même l'entrepreneur de l'électricité avait pu se croire accepté comme concessionnaire par la municipalité et où un nouveau concessionnaire



avait été choisi dans la suite de préférence à lui, le Conseil d'État, par un arrêt du 23 juillet 1909 (rapporté dans le *Recueil Lebon*, p. 728), a décidé :

« Que les traités portant concession à titre exclusif ou pour une durée de plus de 30 années des grands services municipaux, ne rentrent pas dans les catégories d'entreprises qui doivent être nécessairement mises en adjudication par application des dispositions de l'ordonnance du 14 novembre 1837; que les articles 115 et 145 de la loi du 5 avril 1884 les soumettent seulement, dans le cas où ils ont été passés de gré à gré, à l'approbation du préfet; lorsque le budget de la commune est inférieur à 3 millions de francs, ... qu'en conséquence le Conseil municipal usant du droit qu'il tient des dispositions législatives précitées, les négociations engagées avec le sieur Borie pour le service de l'éclairage n'ayant pas abouti, a pu traiter avec un autre entrepreneur pour le service en question (sans qu'il fût besoin de recourir à une adjudication). »

En présence de cet arrêt, il paraît certain que la station électrique ne peut pas exiger qu'il soit procédé à une adjudication pour le service de l'éclairage au gaz et de l'électricité.

Difficultés avec les abonnés. — Un propriétaire d'une usine électrique qu'il a louée a obtenu contre son locataire en déconfiture un jugement résiliant le bail et remettant le propriétaire en possession de l'usine et de la concession de l'éclairage électrique. Dans le cours de l'instance et peu de jours avant ou même après le prononcé du jugement, ce locataire a passé avec deux abonnés en cours de nouvelles polices remplaçant les anciennes et contenant des tarifs très inférieurs aux précédents, cela certainement en fraude des droits du propriétaire. A raison de ces circonstances, le concessionnaire actuel a posé un certain nombre de questions auxquelles les réponses suivantes ont été données :

I. En principe, le propriétaire devrait se trouver lié par son locataire vis-à-vis des particuliers, avec lesquels celui-ci a traité pendant qu'il était en possession de l'usine louée. Il devrait donc, en l'absence de fraude de la part des deux abonnés, supporter les nouvelles polices en cours.

Mais si le propriétaire peut établir la preuve d'un concert frauduleux entre le concessionnaire locataire et les deux abonnés en question, il pourrait essayer de faire annuler par les tribunaux les deux nouvelles polices, comme constituant des actes passés en fraude de ses droits de créancier. Par interprétation, il pourrait en effet être considéré comme créancier du locataire, en tant qu'ayant des droits sur l'usine et sur la concession, droits reconnus d'ailleurs par le jugement qui, résiliant le bail, l'a remis en possession.

II. Nul ne pouvant se faire justice à soi-même, le propriétaire ne pourrait annuler lui-même les deux polices incriminées. Il lui faut une décision de justice.

III. Il ne peut pas davantage, même après avertissement préalable, refuser de donner le courant dans les nouvelles conditions, quelque onéreuses qu'elles soient.

IV. L'action que pourrait avoir le propriétaire contre les deux abonnés, s'ils peuvent être convaincus de concert frauduleux avec le locataire de l'usine, s'appelle l'action paulienne (Cod. civ., art. 1167). Ce concert frauduleux pourrait résulter, par appréciation des faits de la cause, d'une part de la date très rapprochée du jugement de résiliation du bail pour l'une des polices, et de ce que la modification des tarifs a été consentie après le prononcé de ce jugement pour l'autre de ces polices.

La jurisprudence de la Cour de cassation décide que si, en règle générale, pour l'exercice de l'action révocatoire, la créance en vertu de laquelle l'action est intentée, doit être d'une date antérieure à celle de l'acte attaqué, il est fait exception à cette règle lorsque l'acte argué de fraude a été consommé en vue de l'avenir, et pour porter atteinte à des droits, dont l'ouverture était déjà prévue. Cass. rq., 13 février 1896 (Sirey, 98-1-397; Dalloz, 95-1-31).

Vis-à-vis du locataire, le concessionnaire propriétaire pourrait toujours lui demander des dommages-intérêts, à raison du préjudice causé par son acte abusif.

V. Quel que soit l'intérêt du propriétaire de faire cesser l'abus au plus tôt, il ne peut le faire qu'au moyen d'une décision de justice. Les autres abonnés ne pourraient en tout cas se prévaloir d'un abaissement de tarif dont le caractère abusif, sinon frauduleux, est aussi évident.

Bail [illegible] usine électrique. — Un membre adhérent a posé trois questions relatives à l'éventualité d'un bail d'usine électrique à consentir à un tiers qui deviendrait concessionnaire de l'éclairage de la commune, le propriétaire, bailleur de l'usine, se trouvant être le maire de cette commune.

Les réponses suivantes ont été données :

I. Rien ne paraît s'opposer, en principe, à ce que le maire d'une commune, propriétaire d'une usine électrique, cherche à en tirer parti en l'affermant à un tiers, lors même que ce tiers deviendrait le concessionnaire du service de l'éclairage de la commune. Il peut en être ainsi, alors surtout que l'usine électrique ne doit pas faire partie de la concession qui ne doit s'étendre qu'au réseau secondaire. L'usine, en effet, conservera ainsi le caractère d'ouvrage privé, dont le bail ne sera pas soumis à l'application du paragraphe dernier de l'article 7 du cahier des charges type, lequel ne vise que les baux d'immeubles compris dans la concession.

Mais le maire, à cause de son intérêt comme bailleur de l'usine, devra laisser à un conseiller municipal, désigné par ses collègues, le soin de le remplacer pour représenter la commune à l'acte de concession (loi du 5 avril 1884, art. 83).

II. Le bailleur peut bien prévoir dans l'acte de location sa substitution, ou celle de son fils, dans les éventualités prévues par la lettre du 20 février 1911, au concessionnaire locataire de l'usine. Mais cette substitution, lorsqu'elle se produira, devra être ratifiée par le Conseil municipal. Sinon le bailleur ou son fils ne pourrait continuer l'exploitation que sous le nom et sous la responsabilité du concessionnaire originaire.

III. Le prix du bail doit être déterminé en principe. La stipulation comme prix d'un tantième des recettes brutes du concessionnaire risquerait de faire interpréter le contrat, notamment par l'Enregistrement, autrement que comme un bail, comme un contrat de Société par exemple. Le prix du bail devra être constitué, par conséquent, tout au moins pour partie, par une somme fixe quelconque, sauf stipulation d'un tantième à titre accessoire.

De même, la durée du bail devra être déterminée, sauf à prévoir la résiliation au bénéfice du bailleur, dans le cas des éventualités prévues pour sa substitution au concessionnaire locataire de l'usine.

Actions en reconnaissance des droits acquis sur les cours d'eau du domaine public (Art. 128 de la loi de finances du 8 avril 1898). — M. Sirey veut bien, à la demande du Comité, se charger de préparer sur cette question une circulaire pour les adhérents, qui leur sera envoyée dans le plus bref délai.

Accidents du travail. — Les espèces suivantes sont communiquées au Comité :

Cours d'appel. — Douai, 9 janvier 1911. Guéroult. Accident du travail, blessure, consolidation, date, point de départ de la rente, reprise effective du travail, reprises prématurées, rechutes (*Loi*, 28 février 1911). — Limoges, 3 février 1911. Mourlon c. Jouanique. Accidents du travail, indemnité, rente, insaisissabilité, limites, ordre public, créances alimentaires, obligations nées du mariage (*Loi*, 27 février 1911).

Tribunal civil. — Rouen, 18 janvier 1911. Chivol et Cie c. Colombel. Accident du travail, cause, contestation, applicabilité de la loi de 1898, compétence, premier ressort. — II. Enquête, article 39, Code de procédure civile, nullité, défenses au fond, pas d'ordre public (*Loi*, 11 février 1911).

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société toulousaine du Bazacle. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 6 février 1911, nous extrayons ce qui suit :



La vente d'énergie électrique a produit, durant l'exercice, la somme de 1 307 194 fr 82, au 31 décembre 1909; la vente d'énergie électrique faite par la Société toulousaine d'électricité s'élevait à la somme de 1 066 556 fr 50; soit, en 1910, une augmentation de 240 638 fr 32.

Les recettes diverses provenant de : location de compteurs, branchements, installations, sous-locations, redevances diverses, etc., s'élèvent à la somme de 143 573 fr 91. Elles s'élevaient, au 31 décembre 1909, pour la Société toulousaine d'électricité, à la somme de 95 138 fr 30, soit une augmentation de 48 435 fr 61. En résumé, les recettes et les dépenses de notre exploitation générale ont donné, au cours de l'exercice 1910, les résultats suivants : Recettes, 1 450 768 fr 65; Dépenses, 756 528 fr 99; nous avons un excédent de recettes s'élevant à 694 239 fr 74.

L'exercice 1910 nous donne un total de recettes s'élevant à 825 651 fr 51, les dépenses s'élèvent à 388 145 fr 21, ce qui nous donne un bénéfice net de 437 506 fr 30.

Les bénéfices du premier exercice s'élèvent à la somme de 437 506 fr 30 sur laquelle il y a lieu de prélever, conformément à l'article 44 des statuts : 1° 5 pour 100 pour la réserve légale, soit une somme de 21 875 fr 30; 2° ensuite une somme de 89 100 fr pour le dividende privilégié de 5 ½ pour 100 aux actions A; 3° puis une somme de 326 500 fr pour le dividende privilégié de 5 pour 100 aux actions B. Au total 437 475 fr 30. Il reste une somme de 31 fr que nous vous proposons de reporter à nouveau.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1910.

Actif.

	fr
I. Valeurs immobilisées amortissables	12 809 962,03
II. Valeurs disponibles	802 835,16
III. Valeurs engagées	9 200 »
IV. Comptes des tiers	469 260,36
Total	14 091 257,55

Passif.

I. Comptes du capital	12 845 520 »
II. Valeurs immobilisées amortissables	168 713,20
III. Valeurs disponibles	56 241,97
IV. Comptes des tiers	583 276,08
V. Résultats	437 506,30
Total	14 091 257,55

EXPLOITATION GÉNÉRALE. (Année 1910.)

Doit.

Frais de production de courant	332 881,89
Frais généraux	232 276,07
Entretiens divers	191 371,03
Total	756 528,99
Excédent de recettes	694 239,74
Total	1 450 768,73

Avoir.

Distribution de courant	1 307 194,82
Locations diverses	47 006,95
Sous-locations	51 903,25
Recettes diverses	44 663,71
Total	1 450 768,73

EXERCICE 1910.

Doit.

	fr
Intérêts aux obligataires	157 820,80
Remboursement d'obligations (4 pour 100)	5 440 »
Droits fiscaux	13 344,44
Dépenses diverses	42 826,77
Amortissements faits en conformité de l'art. 43 des statuts	168 713,20
Total	388 145,21
Solde bénéficiaire de l'exercice 1910	437 506,30
Total	825 651,51

Avoir.

Solde de l'exploitation générale	694 239,74
Intérêts divers	9 913,01
Reliquat sur la liquidation de l'ancienne Société toulousaine d'électricité	94 514,88
Recettes diverses	26 983,88
Total	825 651,51

CORRESPONDANCE.

A propos de la dynamo Becker.

Cher Monsieur,

Je lis dans votre excellent journal *La Revue électrique*, n° 176, du 28 avril 1911, page 377, la description d'une dynamo à intensité constante, servant à l'éclairage des véhicules et due à M. Becker. Dans cette note, il est dit que la machine fournit des courants redressés, grâce à l'emploi d'un induit à navette et d'un collecteur à coquilles, l'intensité étant maintenue constante par la réaction d'induit.

Vous me permettrez de rappeler à ce sujet un brevet de trois ans plus ancien (n° 373965, du 31 mai 1907), dans lequel j'ai décrit une machine absolument identique. En signalant cette dynamo dans le journal *Omnia* de 1909, j'ai démontré que la constance du courant ne doit pas être attribuée à la réaction d'induit, mais simplement à ce que la navette est le siège d'un courant alternatif dont l'intensité efficace est

$$I_{\text{eff.}} = \frac{E_{\text{eff.}}}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

Si R est très petit, l'équation se réduit à $I_{\text{eff.}} = \frac{E_{\text{eff.}}}{\omega L}$.

Or $E_{\text{eff.}}$ est fonction de la vitesse angulaire et, par suite, de la fréquence

$$E_{\text{eff.}} = k\omega,$$

il en résulte que $I_{\text{eff.}}$ = constante, puisque L ne varie pas sensiblement. Le courant alternatif même redressé par le collecteur conservera encore son intensité constante, s'il recharge une batterie dont la résistance intérieure est relativement faible.

Veuillez agréer, cher Monsieur, l'expression de mes sentiments les plus distingués.

A. Soulier,
Ingénieur électricien.

Tome XV. **N° 178. — 26 mai 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

En reliant entre elles un grand nombre de distributions locales et en les fusionnant en une seule compagnie de manière à former un réseau unique couvrant un vaste territoire et alimenté par de puissantes usines, on obtient de nombreux avantages que M. W.-B. Jackson énumère et discute dans une communication faite récemment, à l'Institute of Electrical Engineers de New-York, sous le titre **Avantages du fusionnement des réseaux de distribution sur de vastes territoires** et dont un résumé est donné pages 465 à 467. Parmi ces avantages, l'un est de pouvoir atteindre la clientèle rurale jusqu'ici négligée; un autre est de pouvoir alimenter des industries importantes dont le service dépasserait les moyens d'action des petites compagnies.

L'**installation des tableaux de distribution** a subi de nombreuses et importantes modifications dans le cours de ces dernières années. Son évolution ne paraît pas d'ailleurs terminée, ce qui se conçoit, la tension utilisée sur les grandes lignes de transmission allant toujours en croissant. En Angleterre un système d'installation est particulièrement préconisé en raison de sa simplicité et de la sûreté de son fonctionnement : c'est le système « Merz-Price ».

Une communication récente de M. H.-W. Clothier à l'Institution of Electrical Engineers de Londres fournit quelques renseignements sur ce système. On verra par l'analyse détaillée qui en est donnée pages 467 à 473 que ce système est basé sur l'emploi de relais entrant en fonction sous l'action de transformateurs de courant. Suivant M. Clothier, il satisfait aux conditions essentielles que doit remplir un tableau de distribution pour des raisons multiples qu'il résume comme suit dans la conclusion de sa communication :

« La sûreté de mise hors circuit automatique d'une section défectueuse, sans toucher aux parties saines de l'installation, est obtenue par l'emploi du système de protection par équilibre.

» La fermeture de tous les conducteurs et isolateurs entraîne une réduction des frais d'entretien (nettoyages, visites, essais, etc.); elle élimine en outre le risque d'affaiblissement d'isolation résultant de la fumée, de l'humidité, etc.

» La robustesse de construction est assurée par l'armement; les tableaux de distribution construits d'après ce principe sont aux autres types ce qu'un câble armé est à un câble ordinaire. L'entretien courant des tableaux de distribution se trouve ainsi réduit à l'entretien du mécanisme de fonctionnement des contacts d'interrupteurs et des relais protecteurs.

» Alors que la visite des appareils entraîne géné-

ralement de grands risques, la disposition de verrouillage décrite précédemment fournit le moyen d'effectuer ce travail en toute sécurité. »

* * *

Dans le précédent numéro se trouvaient décrites (p. 429 à 439), d'après M. JULIAN, ingénieur en chef de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, les diverses **lignes d'essais de traction monophasée** installées par cette compagnie en vue de rechercher les avantages et les inconvénients des divers systèmes actuellement préconisés pour l'électrification des grands réseaux de chemins de fer. Les divers types de locomotives électriques seront également soumis à des essais, et dans ce but la Compagnie du Midi s'est adressée à six constructeurs en leur fixant seulement les conditions essentielles que doivent remplir ces locomotives. Une d'entre elles, **la locomotive de la Société anonyme Westinghouse,** est décrite par M. Ch. JACQUIN dans ce numéro (p. 474 à 477).

Rappelons à ce propos que la Compagnie des Chemins de fer du Midi doit procéder à bref délai à l'électrification des lignes transpyrénéennes actuellement en construction, de Foix à Ripoll (Espagne) et d'Oloron à Jaca (Espagne), de la section Montréjeau-Pau de la ligne de Toulouse à Pau, du prolongement Pau-Oloron de cette ligne, ainsi que de divers embranchements de la même ligne.

La ligne de Foix à Ripoll passe par Ax-les-Thermes, point terminus actuel de la ligne qui est desservie par locomotives à vapeur; les travaux sont en cours d'exécution sur le reste du parcours. Remontant la vallée de l'Ariège sur une longueur de 21 km à partir d'Ax, la ligne passera à Bourg-Madame (qui ne tardera pas à être reliée à Perpignan par le prolongement de la ligne électrique à voie étroite et à courant continu de Villefranche à Bourg-Madame) et franchira les Pyrénées par un tunnel de 5330 m de longueur sous le col de Puymorens. La distance de Foix à la frontière espagnole est de 80,5 km.

La seconde ligne transpyrénéenne est également en construction; sa longueur est de 49,8 km, d'Oloron à l'entrée du tunnel de Somport par lequel la ligne doit franchir la frontière espagnole.

La section Montréjeau-Pau de la ligne de Toulouse à Pau, actuellement exploitée par la vapeur, a 112 km de longueur. Les embranchements de cette section dont l'électrification est prévue à bref délai sont : Montréjeau à Bagnères-de-Luchon, 35,5 km; Lannemezan à Arreau, 25 km; Tarbes à Bagnères-de-Bigorre, 22 km; Lourdes à Pierrefitte, 20,5 km; Pau à Oloron et à Laruns, 54 km. En outre, quelques nouvelles lignes nouvellement concédées, se détachant de la ligne principale Montrejeau-Pau ou de ses embranchements, seront aussi exploitées électriquement; ce sont : Lannemezan à Auch, 69,5 km; Arreau à Saint-Lary et Vielle-Aure, 11 km; Pau à Hagetmau, 42,5 km; Tarbes à Castelnau-Magnoac (voie étroite de 1 m).

On voit que les lignes à électrifier forment une longueur considérable (507,5 km), longueur qui se trouvera notablement accrue si dans l'avenir les sections de Toulouse à Foix et de Toulouse à Montréjeau sont elles-mêmes électrifiées. On conçoit dès lors qu'avant d'entreprendre cet important travail, la Compagnie des Chemins de fer du Midi ait tenu à faire des essais très sévères des divers systèmes qui lui sont soumis.

Ajoutons que l'énergie électrique nécessaire à l'exploitation de ces lignes sera fournie par quatre usines : les usines de Porte, d'Eget, de Soulom et de Sousounéou. La première, destinée à alimenter la ligne transpyrénéenne de Foix à Rippol, utilisera les eaux du lac de Lanoux. L'usine d'Eget qui, concurremment avec celle de Soulom, alimentera la section Montréjeau-Pau et ses embranchements, est située dans la vallée d'Aure sur le bord de la Neste de Couplan; sa puissance sera en moyenne de 10000 chevaux et pourra atteindre 18000 chevaux. L'usine de Soulom utilisera deux chutes différentes alimentant 6 groupes électrogènes de 3500 chevaux chacun; la puissance de cette usine sera donc de 21500 chevaux. L'usine de Sousounéou sera installée en amont de la station thermale des Eaux-Chaudes. Cette dernière usine n'est encore qu'à l'état de projet, mais les trois autres sont actuellement en cours d'exécution.

* * *

Dans sa communication **Essais à haute tension sur les matériaux isolants**, M. HENDRICKS expose les principaux essais à haute tension qu'on peut faire subir aux matériaux isolants : suivant la façon dont l'essai est conduit et la durée qu'on lui donne, l'échauffement de l'échantillon essayé varie beaucoup, ce qui donnerait une grande incertitude aux résultats si l'on ne se confinait toujours à certaines méthodes types que l'auteur recommande. Il décrit le matériel qu'il convient d'employer pour ce genre de travaux : alternateurs, transformateurs, appareils de manœuvre et de mesure. Pour la mesure de la tension, qui a naturellement une importance capitale, il préfère à l'éclateur une bobine de peu de spires intercalée dans l'enroulement à haute tension du transformateur et reliée à un voltmètre.

J. BLONDIN.



UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Dixième Bulletin bimensuel de 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 5 avril 1911.

Présents : MM. Guillain, président; Cordier, Eschwège, Piaton, Zetter, vice-présidents; Fontaine, secrétaire; Chaussenot, Vautier, secrétaires adjoints; Beauvois-Devaux, trésorier; Brylinski, Godinet, Legouëz, Sartiaux, Sée.

M. Guillain occupe le fauteuil de la présidence.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Correspondance. — Le Comité prend connaissance des demandes d'affiliation à l'Union présentées par la Chambre syndicale d'éclairage et de chauffage par le gaz et l'électricité, 3, rue de Lutèce, à Paris, et par la Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens (groupe de l'Industrie et du Bâtiment), 3, rue de Lutèce à Paris. Il prononce leur admission. M. Veaudeau, président de la première Chambre syndicale, la représentera à l'Union, la deuxième n'a pas encore désigné son délégué.

Retraites ouvrières. — M. le Président rend compte des travaux de la Section patronale des retraites ouvrières, formée des délégués des grandes Unions des Chambres syndicales de l'Industrie, du Commerce et de l'Agriculture. Cette Section a tenu plusieurs séances au cours de la préparation de la loi, puis du décret, et a présenté des observations aux pouvoirs publics. Sa dernière séance, tenue le 31 mars, a eu pour objet d'examiner le décret du 25 mars. Elle a arrêté dans cette séance une Note relative aux opérations préparatoires à la mise en application du décret. Des exemplaires de cette Note seront fournis à tous les Syndicats affiliés, en nombre suffisant pour tous leurs adhérents. Ceux-ci seront invités à se conformer aussi strictement que possible aux recommandations de la Section patronale.

Documents officiels. — Les documents suivants ont été portés à la connaissance du Comité :

Circulaire du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes en date du 10 novembre 1910, relative à l'organisation du contrôle communal des distributions d'énergie électrique. — Circulaire du Ministre du Travail, en date du 31 janvier 1911, relative au régime de contrôle applicable aux installations électriques établies temporairement sur les dépendances du domaine public. — Loi du 8 mars 1911 déclarant d'utilité publique l'établissement, sur le Drac, d'une usine hydro-électrique, dite du Pont-du-Loup et de ses dépendances sur le territoire des communes de Saint-Firmin, le Glaizil, Aspres-les-Corps et Beaufin (*Journal officiel* du 10 mars 1911). — Arrêtés de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, des 22 et 24 mars approuvant différents types de compteurs (*Journal officiel* des 23 et 26 mars 1911). — Décret rendu sur le rapport du Ministre de l'Intérieur le 24 mars 1911, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi sur les retraites ouvrières et paysannes (*Journal officiel* du 27 mars 1911). — Décret rendu sur le rapport du Ministre du Travail du 25 mars 1911 portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi sur les retraites ouvrières et paysannes (*Journal officiel* du 27 mars 1911).

Instructions concernant l'établissement des installations électriques à l'intérieur des maisons. — Les deux Syndicats qui viennent d'être admis à l'Union pourront se faire représenter dans la Commission intersyndicale chargée d'élaborer ces instructions.

Projet de loi sur les usines hydrauliques du domaine public. — M. Cordier, président de la Chambre syndicale des usines hydro-électriques, fait connaître que l'Administration des Travaux publics compte proposer d'introduire dans la loi de finances un article établissant, pour les usines à créer de plus de 200 kilowatts sur les cours d'eau du domaine public, un nouveau régime légal, qui, sans être celui des concessions de travaux publics, permettrait de fixer, par le décret d'autorisation, la durée de cette autorisation et la participation de l'État dans les bénéfices.

Maintien du fonctionnement des usines électriques en cas de mobilisation. — Lecture a été donnée au Comité des documents se rapportant à cette question dont il a été saisi par la Chambre syndicale des Usines d'électricité. Le Comité décide de procéder tout d'abord à une enquête pour se rendre compte d'une manière précise de la situation faite en semblable occu-

rence au personnel d'exploitation des mines et de la batellerie. Les résultats de cette enquête seront communiqués dans un rapport au Comité de l'Union pour lui permettre d'agir en connaissance de cause.

BANQUET. — Le Comité de l'Union est informé des dispositions adoptées par le Bureau pour le banquet annuel de l'Union.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

DIXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : Cotisations, p. 460. — Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 2 mai 1911, p. 460. — Bibliographie, p. 461. — Liste des documents publiés dans le présent *Bulletin* à l'intention des membres du Syndicat, p. 461.

Cotisations.

MM. les membres adhérents du Syndicat sont priés de bien vouloir adresser leur cotisation de 1911 au Secrétariat, qui leur en délivrera quittance signée du Trésorier.

Les quittances qui n'auraient pas été retirées avant le 5 juin seront encaissées à domicile, en y ajoutant 0,50 fr pour les frais.

Prière en cas d'absence de laisser des ordres pour le payement de cette quittance.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 2 mai 1911.

Présidence de M. R. Legouëz.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : MM. André, Bancelin, Chateau, Chaussenot, Gaudet, Grosselin, Guittard, Hillairet, Larnaude, de La Ville Le Roulx, Leclanché, Lecomte, Legouëz, L. Mascart, Marcel Meyer, Minvielle, Pornon, Roche-Grandjean, E. Sartiaux, Sauvage, Tourtay, Zetter.

Se sont excusés : MM. Azaria, Alexis Cance, Eschwège, Frager, G. Meyer, F. Meyer, Portevin.

— Le procès-verbal de la séance du 11 avril 1911, publié dans *La Revue électrique* du 28 avril 1911, est adopté.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques :

1° A titre d'établissement adhérent :

Sur la présentation de MM. Legouëz et Sauvage, la *Société anonyme des brevets et procédés Claret et Vuilleumier*, Appareillage électrique, 75, boulevard Haussmann, à Paris, inscrite dans la deuxième section professionnelle, et représentée par M. Casanova, directeur des ateliers.

2° A titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Tricoche et Raybaud, M. LAPORTE (Stanislas), électricien, 40, rue de la Course, à Bordeaux;

Sur la présentation de MM. Zetter et Chaussenot, M. RENOUARD (Émile), représentant de l'Appareillage électrique Grivolas, 46, rue Serval, à Douai;

Sur la présentation de MM. Legouëz et Chaussenot, M. RIVA-CORTI (Eusébio), propriétaire du domaine du Mesnil-Guillaume (Calvados).

REMERCIEMENTS. — Lettres de divers Ministères, Administrations, Chambres de Commerce françaises à l'étranger, Syndicats, etc., accusant réception de la composition du Bureau.

DÉMISSION. — Lettre de M. J.-A. Genteur demandant de surseoir à sa démission, comme suite à notre lettre du 11 avril.

CORRESPONDANCE. — La Chambre prend connaissance de la correspondance suivante :

— Lettre du Syndicat professionnel des Industries électriques du Nord de la France communiquant la composition de son Bureau pour 1911-1912.

— Lettre du Ministère du Commerce et de l'Industrie signalant que la date d'adjudication de travaux d'électricité à Routschouk est reportée du 18 au 22 mai.

— M. le Président indique qu'une lettre a été adressée aux Présidents des Chambres syndicales des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens, et de l'éclairage et du chauffage par le gaz et par l'électricité, pour leur demander s'ils présentaient un candidat aux élections du Conseil des Prud'hommes, afin que nous puissions le recommander au vote de nos adhérents.

— M. le Président indique qu'il s'est mis en rapport avec le Comité de direction de l'Union des secteurs, afin que les diverses observations faites par des membres de notre Syndicat soient examinées, en vue d'arriver à une entente qui satisfasse aux intérêts respectifs des installateurs, des abonnés et des secteurs.

Il communique, d'autre part, une Note relative aux prescriptions d'isolement des canalisations qui est renvoyée, sur sa proposition, à l'étude de la 3e section.

— M. le Président communique une lettre du Syndicat des électriciens de Marseille (qui est adhérent à notre groupement), demandant communication du projet d'instructions sur les installations intérieures, afin qu'il puisse s'en inspirer dans l'étude qu'il fait d'un règlement sur la même question.

La Chambre approuve la réponse faite et espère que le projet actuellement à l'étude, à notre Syndicat, sera, après approbation par l'Union, adopté non seulement par les Syndicats qui en font partie, mais par les autres groupements et les administrations publiques.

— Par une autre lettre, le même Syndicat demande des exemplaires de la Note relative à l'exécution de la loi sur les retraites ouvrières, qui lui ont été envoyés de suite, pour être distribués à tous ses adhérents.

Il communique, en outre, les observations qu'il a recueillies relativement à la question de monopolisation de la fourniture des téléphones par l'État.

TRAVAUX DES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — M. le Président rend compte des travaux des sections professionnelles.

La première section doit se réunir pour la nomination d'un président en remplacement de M. Legouëz, nommé président du Syndicat; pour étudier les questions posées



par la Marine; examiner les conditions d'application de la loi sur les retraites ouvrières, ainsi que le projet de loi sur l'organisation de l'enseignement professionnel. Elle prendra également connaissance d'une Note de l'*Office national du Commerce extérieur* relative aux débouchés offerts à l'industrie française à l'étranger.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — M. le Président indique que le compte rendu de la séance du Comité de l'Union du 5 avril 1911 sera publié dans *La Revue électrique*.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — La Chambre prend connaissance d'une nouvelle circulaire relative à la loi sur les retraites ouvrières, qui confirme celle précédemment envoyée à tous les adhérents et insiste particulièrement sur les points suivants :

1° *Caisse d'assurance choisie par l'assuré*. — Le règlement d'administration publique accordant 4 mois de délai pour répondre à cette question, les patrons (s'ils sont consultés par les ouvriers) pourront utilement leur faire remarquer qu'ils ont intérêt à user de cette faculté et leur conseiller de ne choisir, quant à présent, aucune caisse. Des dispositions sont, en effet, à l'étude qui pourront peut-être présenter des avantages intéressants.

2° *Dans le cas où l'assuré a plus de* 35 *ans* et est salarié depuis le 3 juillet 1908 au moins, il est nécessaire, pour qu'il profite de la majoration de l'État, prévue par l'article 4 de la loi, qu'il fournisse *une* des pièces suivantes :

Un contrat de travail dûment enregistré; ou bien un extrait d'inscription sur la liste des électeurs ouvriers aux Conseils des Prud'hommes; ou encore un certificat, dûment légalisé, de ses employeurs.

Les patrons pourront attirer l'attention de leurs employés et ouvriers qui ont plus de 35 ans sur l'importance de cette question, et leur remettre, sur leur demande, un *certificat légalisé* pour le temps qu'ils auront passé chez eux;

3° *Déclaration expresse* de l'assuré majeur qui demande à réserver le capital de ses versements au profit de ses héritiers. Le capital *n'étant réservé que sur demande expresse* de l'assujetti, il paraît intéressant d'attirer l'attention des employés et ouvriers ayant charge de famille sur l'intérêt qu'il y a pour eux à stipuler cette clause dans leur déclaration.

La Chambre décide que ces renseignements seront portés à la connaissance des adhérents par insertion détaillée au procès-verbal publié dans *La Revue électrique*.

QUESTION FINANCIÈRE. — Conformément aux dispositions arrêtées au cours de la séance du 11 avril 1911, la Chambre syndicale donne tous pouvoirs à MM. Legouëz, président et Minvielle, trésorier, pour faire fonctionner les comptes du Syndicat.

En cas d'absence ou d'empêchement de l'un d'eux, M. Larnaude, vice-président, le suppléera. Les pouvoirs lui sont donnés dès maintenant à cet effet.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3 h 30 m.

Le Président,
R. LEGOUËZ.

Le Secrétaire général,
H. CHAUSSENOT.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;
2° Les annuaires du Syndicat;
3° La collection complète des Bulletins;
4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;
5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;
6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;
7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;
8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;
9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);
10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);
11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;
12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;
13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);
14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris;
15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges-type);
16° *Arrêté technique du* 21 mars 1911, en application de la loi du 15 juin 1906.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des industries électriques.

MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — Arrêté concernant l'encaissement des cotisations des bénéficiaires de la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes, p. 499.

AVIS COMMERCIAUX. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir aux annonces*, p. XXIX.

Les fournitures électriques sur le marché brésilien, *voir aux annonces*, p. XXIX.

Création d'une Chambre de Commerce russo-française à Saint-Pétersbourg, *voir aux annonces*, p. XXIX.

Offres et demandes d'emplois, *voir aux annonces*, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

DIXIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : Procès-verbal de la Chambre syndicale du 25 avril 1911, p. 461. — Procès-verbal de la Commission technique du 8 avril 1911, p. 463. — Liste des nouveaux adhérents, p. 464. — Biblio-

10.



graphie, p. 464. — Compte rendu bibliographique, p. 464. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 464.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 25 avril 1911.

Présents : MM. Brylinski; Eschwège, président; Brachet, vice-président; Chaussenot, secrétaire adjoint; Beauvois-Devaux, trésorier; Legouëz, Mazen, Sée, Tainturier, de Tavernier, Widmer.

Absents excusés : MM. Cordier, vice-président; Fontaine, secrétaire général; Azaria, Bizet.

En ouvrant la séance, M. Eschwège remercie ses collègues de l'honneur qu'ils lui ont fait en le nommant président de la Chambre syndicale. Il félicite M. Brylinski des brillants résultats qui ont été obtenus au Syndicat pendant les six années de sa présidence et propose à la Chambre syndicale, en reconnaissance des services rendus, de nommer M. Brylinski, président d'honneur.

La Chambre syndicale adopte cette proposition et nomme M. Brylinski président d'honneur par acclamation.

M. le Président souhaite la bienvenue à M. Mazen qui assiste pour la première fois à la séance de la Chambre syndicale.

M. Mazen remercie M. le Président et assure la Chambre Syndicale de tout son concours.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

Nomination du Bureau. — M. le Président indique qu'à la suite des élections faites à la dernière Assemblée générale il y a lieu de procéder à la nomination du Bureau. M. le Président rappelle que M. Brachet est sortant cette année et qu'il y a lieu de remplacer M. Eschwège.

La Chambre syndicale réélit M. Brachet et désigne M. Bizet pour remplir les fonctions de vice-président en remplacement de M. Eschwège.

La Chambre syndicale nomme M. Beauvois-Devaux, trésorier; M. Fontaine, secrétaire général; M. Chaussenot, secrétaire adjoint.

Correspondance et travaux intérieurs. — M. le Secrétaire rend compte de la correspondance échangée avec les membres du Syndicat depuis la dernière séance et se rapportant, au point de vue contentieux, aux frais de contrôle et redevances, à la déclaration d'utilité publique, aux difficultés avec les abonnés, au droit de surélever un barrage, aux permissions de voirie, à la reprise des installations en fin de concession, etc.

Diverses adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service de placement indique 4 offres, 24 demandes anciennes et 1 placement indiqué comme réalisé.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

Documents officiels. — Les documents suivants sont portés à la connaissance de la Chambre syndicale :

Circulaire et arrêté de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie (*Journal officiel* du 11 avril 1911). — Décret déclarant d'utilité publique l'établissement, sur la rivière du Tech, d'une usine hydro-électrique pour la traction des trains sur les chemins de fer d'intérêt local des Pyrénées-Orientales (*Journal officiel* du 9 avril 1911). — Loi prorogeant de six mois le délai accordé, à peine de forclusion, par l'article 128 de la loi du 8 avril 1910 pour l'introduction des actions en reconnaissance des droits acquis sur les cours d'eau figurant au tableau annexé à l'ordonnance du 10 juillet 1835 et modifié par les décrets postérieurs de classement et de déclassement (*Journal officiel* du 8 avril 1911). — Arrêté de M. le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale concernant les justifications à fournir par les assurés obligatoires ou facultatifs de la loi du 5 avril 1910 (*Journal officiel* du 4 avril 1911).

Décret du 7 avril 1911, rendu sur la proposition de M. le Ministre des Travaux publics, des Postes et Télégraphes, nommant M. Frouin, inspecteur général des Postes et des Télégraphes, directeur de l'exploitation télégraphique au Ministère des Travaux publics, en remplacement de M. Bordelongue, admis, sur sa demande, à faire valoir ses droits à la retraite (*Journal officiel* du 8 avril 1911).

Retraites ouvrières. — M. le Président donne lecture de la circulaire qui a été adressée aux adhérents du Syndicat pour leur transmettre la Note relative aux opérations préparatoires à la mise en application de la loi sur les retraites ouvrières.

Il donne également lecture de la Circulaire n° 2 de l'Union des Industries métallurgiques et minières appelant l'attention sur certains points particulièrement importants concernant l'application de la loi des retraites ouvrières au sujet desquels elle confirme et complète les recommandations de la Note précédente relativement aux conseils que les patrons pourraient être appelés à donner à leurs ouvriers : 1° en ce qui concerne la caisse d'assurance choisie par l'intéressé, recommander aux intéressés de ne choisir quant à présent aucune caisse puisque la loi accorde 4 mois pour se décider; 2° recommander aux employés et ouvriers, âgés de plus de 35 ans, de fournir les pièces nécessaires constatant qu'ils sont salariés depuis le 3 juillet 1908 au moins, afin qu'ils puissent profiter des avantages accordés par l'article 4 de la loi; 3° conseiller aux intéressés, spécialement à ceux chargés de famille, de demander *expressément* que les versements soient faits à capital réservé.

Classement des usines électriques. — M. le Secrétaire donne lecture d'une lettre de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie indiquant qu'il avait, en effet, soumis la question du classement des usines électriques au Comité consultatif des Arts et Manufactures et que ce Comité a émis l'avis suivant qui a été adopté :

« Les incommodités signalées ne sont pas spéciales aux établissements susvisés. Il n'est pas possible de classer une usine qui ne présente pas d'inconvénients spéciaux. La question posée se rattache au problème de la fumivorité et il appartient à la police municipale,



en vertu des pouvoirs dont elle dispose, de prescrire telles mesures qu'elle juge utiles pour parer aux inconvénients des fumées et vapeurs. »

COMITÉ ÉLECTROTECHNIQUE FRANÇAIS. — M. le Secrétaire donne connaissance d'une lettre du Comité électrotechnique français transmettant un exemplaire du « Tableau de filiation des termes du Vocabulaire » dressé par M. P. Boucherot, conformément au vœu émis par la Conférence officieuse de Bruxelles.

La Chambre syndicale charge M. le Secrétaire de transmettre à M. Boucherot ses félicitations pour l'intéressant travail qu'il a établi et renvoie la question à l'étude de la Commission technique.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES. — M. le Secrétaire donne lecture d'une lettre du Syndicat professionnel des Industries électriques, en date du 18 avril 1911, faisant part de la constitution de son Bureau pour l'exercice 1911. La Chambre syndicale adresse ses félicitations à M. Legouëz qui a été nommé président de cette Chambre syndicale.

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES. — Les documents suivants émanant de cette Union ont été remis aux membres présents :

Document n° 480. — Projet de loi relatif aux mesures à prendre contre la pollution et en vue de la conservation des eaux.

Document n° 481. — Retraites ouvrières : Décret du 25 mars 1911 portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 5 avril 1910.

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau le bulletin d'avril 1911 de cette Fédération qui contient diverses notes intéressantes, notamment sur les responsabilités en cas de dommages causés par l'émeute.

SYNDICAT DES CHAUFFEURS, CONDUCTEURS, MÉCANICIENS, AUTOMOBILISTES, ÉLECTRICIENS. — Il est donné connaissance de la circulaire de ce Syndicat demandant un examinateur pour les examens qui auront lieu le 27 avril. M. le Président désignera un membre du Syndicat pour assister à ces examens.

ADJUDICATION DE L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE ROUTSCHOUK. — M. le Secrétaire communique les lettres de M. Chapsal, directeur des Affaires commerciales et industrielles au Ministère du Commerce et de l'Industrie, relatives à cette question. Les renseignements sont tenus au Secrétariat à la disposition des adhérents que cette question peut intéresser.

COMMUNICATIONS DIVERSES. — Il est donné connaissance de la circulaire du Congrès international des organisations patronales de l'Industrie et de l'Agriculture qui aura lieu à Turin au mois de septembre prochain et des communications du Parlement commercial. La Chambre syndicale passe à l'ordre du jour.

BIBLIOGRAPHIE. — M. le Secrétaire dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les Ouvrages suivants qui ont été offerts au Syndicat :

Annuaire de l'Association amicale des Ingénieurs électriciens.

L'électricité dans l'industrie des tulles, dentelles et broderies, par M. Léon Melot.

Le n° 3 des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.* Les Mémoires de MM. Pupin et Campbell sur *La propagation des courants téléphoniques.*

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 8 avril 1911.

Présents : MM. Brylinski, président du Syndicat; Eschwège, président désigné; Fontaine, secrétaire général; Blondin, Chevrier, David, Della Riccia, Drin, Moret, Nicolini, Renou, Rieunier, G. Schlumberger.

Absents excusés : MM. Tainturier, président de la Commission; Cotté, A. Schlumberger.

M. Eschwège préside la séance.

La Commission indique les éléments de la réponse à faire à un adhérent relativement à la protection des réseaux contre la foudre par un fil supplémentaire courant sur le haut des canalisations, solution chère, efficace contre les effets indirects, cependant à condition d'avoir un fil de cuivre et une bonne mise à la terre.

En ce qui concerne les effets des rayons ultraviolets pour la stérilisation des eaux, M. le Président indique que M. Billon-Daguerre a dû remettre sa communication à une séance ultérieure, ne pouvant venir aujourd'hui.

Sur le même sujet, M. Drin indique que les effets sont variables selon les saisons. En automne et en hiver c'est très difficile, parce que les grains de sable constituent des obstacles derrière lesquels les microbes s'abritent de l'effet des rayons. Il faut, pour un bon résultat, avoir une eau cristalline. L'appareil Urbin semble le mieux répondre actuellement aux divers desiderata.

En l'absence de MM. Paré et Cousin, leurs rapports sont remis à une séance ultérieure.

TRAVERSÉE DES CHEMINS DE FER. — M. Brylinski indique l'état de la question. Le nouvel arrêté technique, signé le 21 mars 1911, ne contient qu'une modification sur la question spéciale des traversées de chemins de fer. Le principe admis est la liberté des dispositifs prévus qui présentent une sécurité suffisante. Autrefois, l'Administration des chemins de fer et celle des Postes et Télégraphes étaient en conflit sur les traversées de chemins de fer et une solution générale était difficile. La circulaire nouvelle déclare qu'elle considère que la sécurité doit être garantie surtout par la solidité des organes; par suite, les filets ne deviennent plus obligatoires; un certain nombre de dispositifs d'isolateurs doubles sont conseillés. Les coffrets en U renversé ne sont plus employés. Les filets ne seront maintenus que lorsqu'ils présenteront une bonne solution. Les filets doivent être mis sur poteau indépendant. Enfin l'arrêté a maintenu les poteaux en bois pour la basse tension. Entre 30000 et 60000 volts, on doit obtenir l'autorisation du Ministère.

ALIMENTATION DES GRANDES CENTRALES. — Cette question est renvoyée au rapport de MM. Neu et Della Riccia qui se concerteront pour ces études.

MOTEURS DIESEL. — M. David, rapporteur, indique qu'il est difficile pour l'instant de donner des résultats d'expériences prolongées. Pour une parfaite économie, il faut régler la prise d'air selon l'énergie demandée et cela exige actuellement d'avoir un homme; peut-être arrivera-t-on à avoir un réglage automatique. Néan-

moins, la vitesse reste bien constante. Quant aux émanations, elles sont beaucoup moins fortes que celles des autos dans les rues de Paris. En résumé, le moteur Diesel donne toute satisfaction comme fonctionnement.

Diverses indications sont données sur d'assez grosses installations existantes en Bulgarie, 1500 chevaux par unités de 300 chevaux. Au point de vue des frais d'installation, pour un moteur d'environ 125 chevaux, les frais sont de 130000 fr avec bâtiment, chaudière et machine à vapeur et de 105000 fr pour le Diesel. Des appareils de ce genre sont employés à Vladikavkaz et donnent également toute satisfaction. Les monteurs sont restés deux mois pour initier le personnel.

Pour l'emploi dans la marine, on conseille des moteurs à deux temps qui tournent plus vite.

Une conférence de M. du Bousquet a été faite sur ce sujet aux ingénieurs civils.

On peut compter sur une consommation de 350 g à 400 g d'huile lourde entre la pleine charge et la demi-charge. On marche actuellement au goudron de houille ainsi qu'au mazout. L'huile de houille coûte 10 fr et les huiles de schiste 8,50 fr les 100 kg.

Une installation actuellement en cours à Rome (entreprise Tosi) comporte 3 moteurs de 2000 chevaux et 2 moteurs de 1000 chevaux. Le fonctionnement coûtera annuellement 78000 fr. On obtiendra ainsi le kilowatt-heure aux environs de 0,04 fr.

L'emploi de ces moteurs peut se généraliser dans les villes.

COMPTEURS D'USINES. — M. Rieunier donne lecture d'un questionnaire qu'il a préparé sur cette question. Ce questionnaire sera complété en tenant compte du cosinus φ en ce qui concerne l'exactitude de l'enregistrement des compteurs. Ce questionnaire sera envoyé aux adhérents; on les engagera à ajouter toutes les indications qu'ils pourront donner dans le même ordre d'idées.

TARIFICATION. — La note de M. le professeur Riccardo Arno sera envoyée prochainement aux membres de la Commission.

QUESTIONS NOUVELLES A L'ORDRE DU JOUR. — M. Drin demande s'il ne serait pas possible d'étudier la question des chaleurs perdues et leur emploi au chauffage de la clientèle pendant l'hiver. Les canalisations peuvent, d'ailleurs, assurer le service de la distribution du froid pendant l'été, dans un rayon de 2 km; la solution est facile et avantageuse et l'électricité vendue viendrait alors comme sous-produit. M. Drin prendra des renseignements sur cette question et la rapportera dans une prochaine séance.

GÉNÉRATEURS ASYNCHRONES. — La Commission émet le vœu que M. Boucherot soit sollicité de faire un rapport à ce sujet.

EXPOSITION DE TURIN. — M. Eschwège indique que la maison Vedovelli et Priestley, la Société Gramme et la Société des Téléphones installent à l'Exposition de Turin un transport de force à 105000 volts avec isolateurs en chapelets, câbles d'aluminium, etc., Trois guirlandes de 600 lampes en tension traverseront le Pô.

Relativement aux effets qui se produisent dans les canalisations à haute tension, M. Della Riccia indique l'effet singulier qu'on trouve en approchant un bâton de cire à cacheter d'une lampe, le filament vibre et se rapproche.

Les éléments à se procurer à ce sujet seront exposés dans la *Revue* à titre de question.

ÉLECTROCUTION, TRACTION RYTHMÉE, RESPIRATION ARTIFICIELLE. — Il est rappelé aux membres de la Commission qu'une conférence aura lieu prochainement à la Société internationale des électriciens par M. le professeur Weiss.

Divers membres font remarquer que la question est controversée et que d'autres moyens sont préconisés comme beaucoup plus efficaces. M. Brylinski rappelle les indications qui ont été fournies par M. Sée à cet égard.

Liste des nouveaux adhérents depuis le 28 avril 1911.

Membres correspondants.

ASSOCIATION AMICALE DES INGÉNIEURS ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE ET DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE DE NANCY, 2, rue de la Citadelle, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présentée par MM. Eschwège et Fontaine.

M. LECLER (Paul), ingénieur des Arts et Manufactures, Chatellerault (Vienne), présenté par MM. Tainturier et E. Fontaine.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.



TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Avantages du fusionnement des réseaux de distribution sur de vastes territoires (1).

Il est économiquement possible d'alimenter d'énergie électrique un territoire quelconque par un vaste réseau de distribution, remplaçant les usines génératrices isolées, installées dans les villes et les villages. On peut donner de ce fait les raisons suivantes :

1° On peut réduire le matériel de l'usine génératrice en profitant de la diversité des demandes des différentes localités desservies.

2° Le prix de revient du kilowatt-heure est moindre, l'installation génératrice étant plus puissante et le facteur de charge plus élevé.

3° Le capital immobilisé par kilowatt installé dans les usines génératrices est plus faible dans les grandes usines que dans les petites.

4° On peut réduire la proportion du matériel de secours par un équipement approprié des différentes centrales.

5° La centralisation de la direction, de l'administration et des autres services généraux permet une réduction des frais.

6° On peut distribuer l'énergie dans les régions rurales et suburbaines, service qu'une usine locale ne pourrait faire avec profit.

7° On peut fournir la force motrice à de grandes industries qui seraient des clients trop importants pour de petites compagnies.

8° On peut utiliser l'énergie hydraulique pour la production de l'électricité.

En regard des économies qu'on vient d'énumérer, il faut mettre les pertes occasionnées par les transformateurs et les lignes de transmission, leurs frais d'entretien et d'amortissement, pour voir si c'est un réseau unique ou un ensemble d'installations séparées qui desservent le plus économiquement un territoire. Mais il faut se rappeler que c'est seulement au moyen d'un réseau unique et de stations centrales relativement puissantes, Pont l'emplacement aura été logiquement déterminé, qu'on pourra fournir aux territoires ruraux la force et la lumière à un prix raisonnable.

Ce sont les distributions hydro-électriques qui ont montré en premier lieu la possibilité de fournir l'énergie électrique à de vastes territoires comprenant toutes sortes d'agglomérations : urbaines, suburbaines et rurales. On peut en citer quelques exemples typiques.

Dans la région de San Francisco et de Sacramento, le réseau de transmission et de distribution d'une seule compagnie dessert un territoire de 31000 km². La compagnie alimente plus de 150 villes et villages, et la distance maxima qui sépare deux points de son réseau est 321 km.

Dans l'Ouest moyen, les deux compagnies d'électricité installées au voisinage de Grand Rapids et de Battle Creek (Michigan) sont de bons exemples de réseaux hydro-électriques en développement rapide. Ces réseaux desservent 25 villes et villages dont le chiffre de population varie entre 90 et 112000 habitants; douze des villages ont moins de 1250 habitants chacun. Ces compagnies fournissent aussi l'énergie à un certain nombre de réseaux de tramways urbains et interurbains.

Dans l'Est, la compagnie Hudson River Electric Power dessert 13 villes et villages et d'importants services de traction.

Beaucoup de compagnies dont les réseaux s'étendent sur de grands territoires n'ont pas fait de sérieuses tentatives pour s'assurer la clientèle rurale, mais on peut prévoir que cette clientèle sera de plus en plus recherchée avec le temps.

Avec le perfectionnement des moyens de transmission et de distribution de l'énergie, on en est venu à considérer la possibilité de remplacer de petites stations centrales par l'énergie électrique venant d'usines à vapeur relativement puissantes. Avec les installations hydro-électriques, la puissance hydraulique est nécessairement transmise de points déterminés par les conditions naturelles, tandis qu'avec les transmissions alimentées par la vapeur l'emplacement des usines génératrices peut être déterminé en rapport avec celui des lieux de consommation.

Un bel exemple de réseau en voie de développement rapide, alimenté par des usines à vapeur, est celui de la North Shore Electric Company, qui dessert une région de plus de 3000 km² autour de la ville de Chicago. Il fournit l'énergie à 60 agglomérations dont la population varie de 27000 à 100 habitants. Dix-neuf d'entre elles ont moins de 1000 habitants chacune.

Un autre réseau bien développé est celui de l'Edison Electric Illuminating Company de Boston. Il couvre le territoire de Boston et des environs, s'étendant à 38 km à l'ouest du port, à 42 km dans les directions du Nord et du Sud; sa superficie est d'environ 1600 km². Outre la ville de Boston (670000 habitants), la Compagnie dessert 35 agglomérations dont la population varie entre 800 et 77000 habitants. Une grande partie du territoire est très peuplée, mais, sur un tiers environ, il y a en moyenne moins de 25 habitants par kilomètre carré.

Un premier pas a donc été fait en vue de la fourniture d'énergie électrique aux régions rurales des Etats-Unis. Le résultat final de ce progrès sera de permettre la distribution de l'énergie à toutes les régions urbaines,

(1) William B. JACKSON, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers, le 10 février 1911 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXX, février 1911, p. 173-193).

suburbaines et rurales, quelle que soit leur situation géographique.

Réduction du matériel de l'usine génératrice grâce au facteur de diversité. — Par facteur de diversité on entend ici le rapport entre la somme des pointes de charge des installations isolées qui desserviraient séparément les communes à la pointe qui se réaliserait si les installations étaient fusionnées. On peut prendre comme exemple les courbes de charge de quatre stations centrales du Nord-Ouest. L'une (usine 1) dessert une ville de 50000 habitants; la charge se compose surtout d'éclairage commercial et privé et le débit maximum est de plus de 900 kw. La seconde (usine 2) dessert une ville de 20000 habitants; la charge est composée d'éclairage, de force motrice industrielle et de la puissance absorbée par le réseau de tramways; le débit maximum est de 1250 kw. La troisième (usine 3) dessert un bourg agricole de 4000 habitants et a une charge maxima d'environ 105 kw. La quatrième (usine 4) ne fournit que l'éclairage commercial et la force motrice; sa charge maxima est de plus de 790 kw. Ces installations de caractères très différents donnent les résultats suivants en ce qui concerne le facteur de diversité :

	Pointes de charge maxima (individuelles) pendant l'année.			Pointe de charge maxima (totale) pendant l'année.		
	Kilowatts.	Date.	Heure.	Kilowatts.	Date.	Heure.
Usine 1.	920	22 janv.	8h soir	790	23 déc.	5h soir
» 2.	1250	12 nov.	9h mat.	1190		
» 3.	104	15 nov.	6h soir	74		
» 4.	794	27 déc.	5h soir	784		
Total.	3068			2838		

Il y a donc une différence de 230 kw entre la plus grande pointe totalisée et la somme des pointes maxima, ce qui représente un facteur de diversité de 1,09. L'avantage paraît faible, mais il permettrait de réaliser une réduction proportionnelle du matériel électrogène et améliorerait proportionnellement le facteur de charge par rapport à la moyenne des distributions isolées. La diminution de la pointe dépasse ici le double de la charge maxima de la plus petite des quatre installations.

Autre exemple. — Deux vastes groupes d'agglomérations, pour lesquels les totaux des pointes maxima sont d'environ 10000 kw, donnent les facteurs de diversité suivants : 1,10 pour l'un, où les charges des différentes villes sont de nature assez analogue, 1,18 pour l'autre, où les charges des différentes villes sont de natures différentes.

L'expérience montre que le facteur de diversité entre villes est très variable; il est grand dans certains cas, faible dans d'autres.

Dans le premier exemple cité, la réduction de pointe due au fusionnement des installations pourrait ne pas suffire à compenser le matériel électrogène supplémentaire que les pertes de transmission rendraient nécessaire. Cela dépendrait du nombre des usines génératrices comprises dans le réseau fusionné, de leur emplacement, du tracé des lignes de transmission.

Dans le second exemple, le facteur de diversité permettrait de réduire de 1800 kw la puissance installée, ce qui représenterait une économie de capitaux d'environ 1250000 fr. Ceci peut être considéré comme une compensation au matériel supplémentaire que nécessiterait l'établissement d'un réseau de transmission.

Amélioration du facteur de charge. — L'accroissement du facteur de diversité entraîne l'amélioration du facteur de charge, puisqu'il diminue la pointe sans modifier la charge moyenne. Dans les réseaux fusionnés, on réalise donc une économie sur le prix de revient du kilowatt-heure, d'une part grâce à l'amélioration du facteur de charge, d'autre part en raison du meilleur rendement des usines plus puissantes.

Le capital immobilisé par kilowatt installé dans les usines génératrices est plus faible dans les grandes usines que dans les petites. — Les frais d'installation par kilowatt des usines génératrices dépendent de bien des facteurs, mais on peut dire à coup sûr qu'ils sont moindres pour les usines plus puissantes. Lorsqu'on considère le capital immobilisé dans les usines génératrices des réseaux fusionnés, la question est rendue plus complexe parce qu'on est amené à supprimer certaines des usines qui alimentaient les distributions locales.

La mise en usage des groupes électrogènes à turbines à vapeur a eu beaucoup d'influence sous ce rapport; Certaines des plus grandes usines à turbines ont été construites pour moins de 450 fr par kilowatt de puissance nominale, y compris tous les bâtiments, le matériel et les terrains. Pour une très grande usine récemment construite, dont le terrain, convenablement situé, avait pu être acheté à prix relativement bas, ce chiffre est même descendu au-dessous de 350 fr par kilowatt. Dans les usines plus anciennes, il fallait compter de 550 fr à 850 fr par kilowatt.

Matériel de secours. — En général, à mesure qu'une usine génératrice augmente d'importance, ou lorsque deux ou plusieurs sont mises en parallèle, la proportion de matériel de secours nécessaire pour assurer la sécurité de fonctionnement décroît, car un seul groupe de secours, ayant une puissance égale à celle qu'on perd en cas de panne d'un quelconque des groupes électrogènes, suffit soit pour une usine, soit pour un ensemble d'usines de puissance usuelle.

Frais d'administration et autres frais généraux. — On a fait en 1909, pour toutes les compagnies électriques de l'Etat de Massachusetts, une statistique d'où l'on a tiré le rapport moyen des frais d'administration générale à la totalité des frais d'exploitation. Ce rapport moyen est 16,5 pour 100. Les frais d'administration générale comprennent les appointements des employés, les traitements des directeurs, les dépenses de publicité et d'études techniques. En général, ce rapport paraît croître à mesure que les entreprises augmentent d'importance, ce qui n'est pas surprenant, puisqu'elles peuvent alors confier la direction de leurs différents services aux hommes les plus compétents en matière technique ou commerciale.

Possibilité de fournir l'énergie aux régions rurales et suburbaines. — On ne peut prévoir l'importance que prendra plus tard ce facteur, mais il est certain qu'il est dès aujourd'hui à considérer. D'ailleurs l'énergie électrique, appliquée à l'éclairage ou à la force motrice, a cessé d'être un luxe pour devenir une nécessité; il est



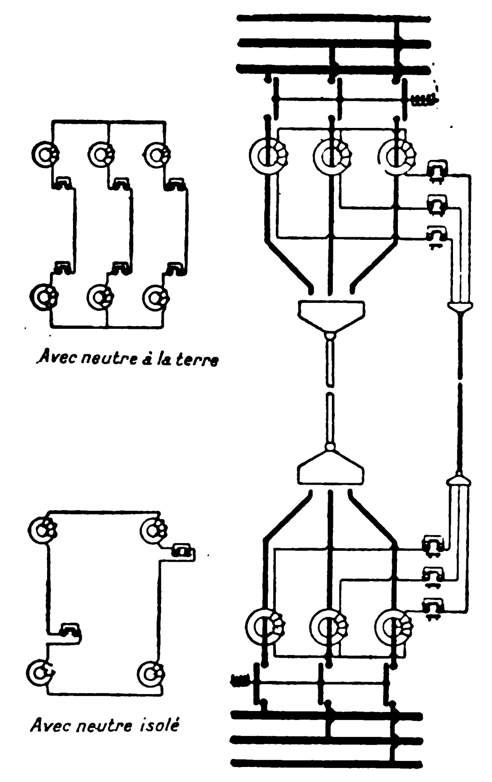
donc du devoir des producteurs d'offrir leurs services à la masse entière du public, comme le font, par exemple, les entrepreneurs de transports en commun.

Les gros clients, que les petites compagnies ne peuvent alimenter, deviennent tributaires des grandes. — Cette considération est en rapport étroit avec la précédente. Quelque faible que soit la population fixe d'une commune, un réseau de grande étendue qui pénètre sur son territoire est en mesure de servir tous les consommateurs, grands ou petits. Dans bien des cas, de gros consommateurs d'énergie, beaucoup trop importants pour les petites stations centrales, deviennent d'excellents clients pour une vaste réseau de distribution. Certains d'entre eux sont des clients d'été seulement : entrepreneurs de carrières, d'élévation d'eau pour l'irrigation, etc., d'autres sont des usines et des manufactures importantes, que ne pourrait alimenter une petite station centrale. La charge de la clientèle rurale sera en grande partie en dehors de la pointe, puisque les travaux de culture cessent généralement au coucher du Soleil.

Le facteur de charge sera en outre amélioré par l'association de la clientèle urbaine, donnant une forte charge hivernale, avec la clientèle d'industries qui ne fonctionnent qu'en été. P. L.

L'installation des tableaux de distribution et l'isolement des défauts dans les réseaux de distribution de force motrice (1).

Dans la construction des systèmes à haute tension pour distribution générale de force motrice, il est essentiel de prévoir la déconnexion ou mise hors circuit des parties



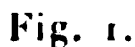


Fig. 1.

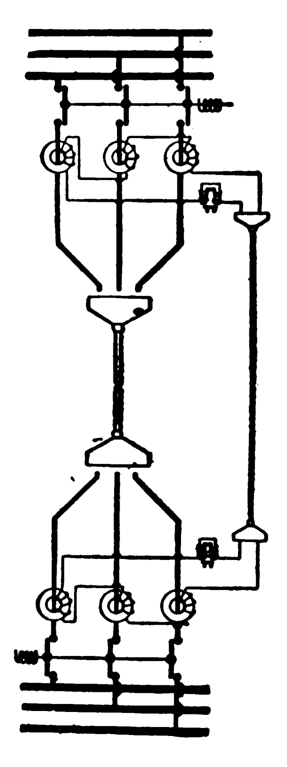


Fig. 2.

défectueuses et de rendre cette opération automatique lorsque les dérangements qui peuvent survenir sont de nature à constituer une source de danger pour la vie humaine, pour les propriétés ou simplement pour la continuité de la distribution.

Les progrès réalisés dans la construction des tableaux de distribution à contrôle automatique ont été notables durant ces dernières années. On hésite cependant souvent sur le choix du système de protection. L'objet de cette communication est de considérer ce que l'expérience a révélé comme essentiel dans toute entreprise importante de distribution d'énergie.

Les considérations principales servant de base à l'étude d'une bonne installation de distribution à contrôle automatique sont les suivantes : 1° connaissance bien nette des fonctions à remplir; 2° élimination catégorique des parties inutiles; 3° recherche d'un type de construction offrant le maximum de sécurité avec le minimum de surveillance et d'entretien.

(1) Communication de H.-W. Clothier à l'Institution of Electrical Engineers (d'après *The Electrical Engineer*, 30 décembre 1910, p. 706-718).

Les fonctions exactes d'une distribution automatique dépendent du tracé général du système ou réseau.

L'auteur rappelle à ce sujet les principes qui servent de guide dans l'établissement d'un important réseau de distribution. Ces principes peuvent être résumés dans la proposition suivante : la disposition générale de l'installation doit être telle qu'un dérangement survenant dans une partie quelconque par suite de conditions accidentelles ne devra affecter le service d'aucun consommateur. Cette condition nécessite la mise hors circuit instantanée des parties défectueuses et une disposition des diverses parties telle qu'un dérangement sur l'une n'ait pas de répercussion sur une autre. Le moyen pratique de réaliser ces *desiderata* sera de subdiviser convenablement les diverses installations de génération, de transmission et de transformation : dans le cas du dérangement d'une sous-section, les sections restantes devront avoir une capacité de surcharge suffisante pour continuer à assurer le service; chaque sous-station sera contrôlée par un tableau de distribution automatique inséré au point de jonction avec les autres sous-stations.

Une fois déterminé, d'après les bases précédentes, le tracé le plus économique de l'installation, on adoptera les dispositifs de tableau de distribution répondant le mieux à ce tracé.

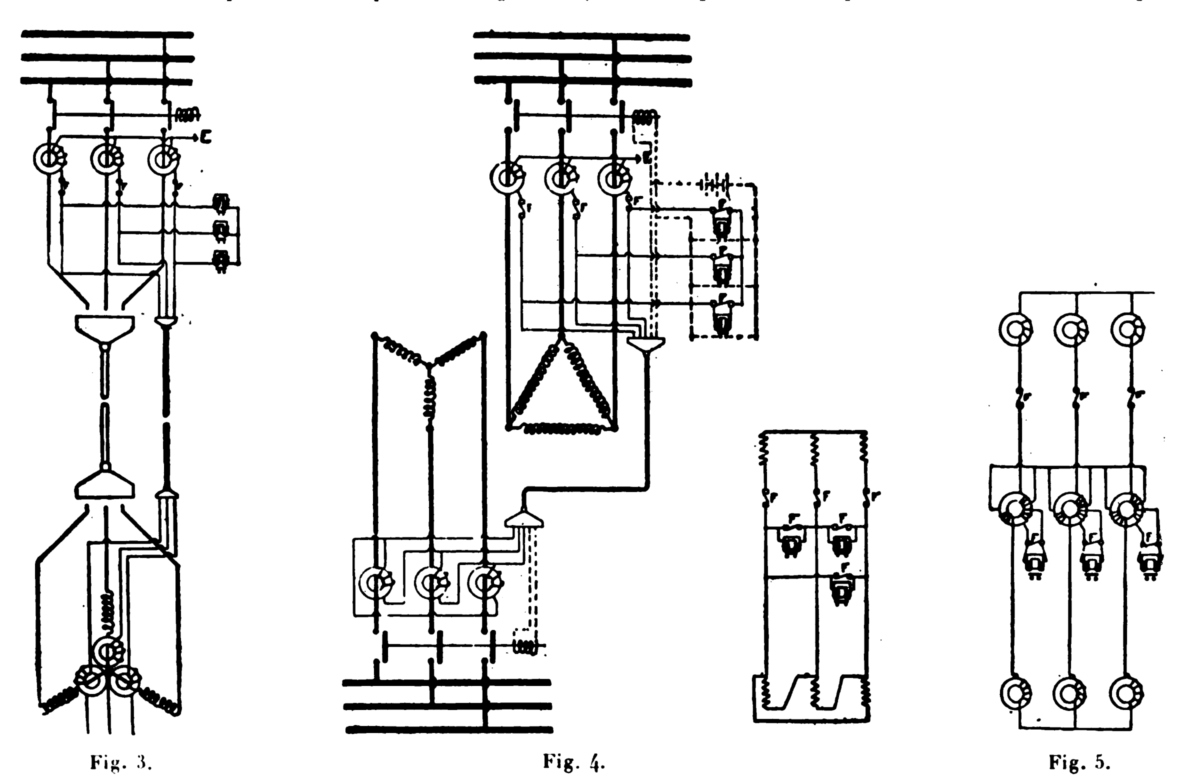


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

Considérations essentielles dans l'établissement des tableaux de distribution. — Les conditions que doit remplir tout tableau de distribution considéré au point de vue de la protection peuvent s'établir comme suit :

1° Sûreté de fonctionnement automatique lorsqu'un dérangement se produit;

2° Inopérant quelle que soit la charge, tant que la section protégée est saine;

3° Absence de risques de chocs électriques et d'incendie;

4. Absence de dérangements sous toutes conditions de service;

5° Réduction au minimum des travaux de nettoyage, des essais et de la surveillance ;

6° Robustesse de construction, permettant de supporter les plus durs services et d'éliminer les risques d'incendie;

7° Accessibilité rapide des parties qui nécessitent absolument des visites régulières;

8° Protection contre les chocs ou commotions par la mise hors-circuit automatique des parties à visiter avant qu'il soit possible de les toucher.

Il existe peu de types de tableau de distribution réunissant toutes les conditions précédentes. En particulier, la réduction des travaux de nettoyage, la robustesse de construction et la protection contre les chocs et l'incendie surtout au moment du nettoyage, des visites, du réglage ou des réparations, sont autant de qualités qui manquent fréquemment dans l'équipement des tableaux de distribution.

La pratique courante dans la construction des tableaux de distribution. — L'auteur critique la pratique actuelle qui consiste à répartir l'ensemble de

l'installation de distribution en plusieurs étages, les diverses parties qui composent les tableaux étant elles-mêmes disposées dans plusieurs cellules ou compartiments.

Le bâtiment de l'installation de distribution ressemble généralement à *un magasin* à plusieurs étages, ces étages ayant une destination bien déterminée; par exemple : le sous-sol étant réservé aux câbles et boîtes de raccordement, le local à niveau de la salle de machines aux transformateurs, le premier étage aux interrupteurs et appareils de mesure et les étages supérieurs aux barres omnibus. Cette disposition, bien que permettant l'accès rapide des diverses parties, nécessite généralement des nettoyages fréquents, à la fois onéreux et dangereux. De plus elle nécessite un emplacement important et des frais de construction de bâtiment assez élevés.

Il existe de nombreux types d'interrupteurs à rupture dans l'huile dont le fonctionnement ne laisse rien à désirer. L'auteur attire toutefois l'attention sur le fait suivant : au moment de l'entrée en fonction de ces appareils sous l'action d'un sérieux dérangement, il y a formation d'un volume considérable de vapeurs; comme celles-ci renferment du métal vaporisé provenant des contacts, elles affaiblissent l'isolement entre tous les conducteurs du voisinage immédiat et tendent ainsi à produire des courts-circuits [1].

Le procédé qui consiste à enfermer les interrupteurs dans des cellules ou alvéoles ne ferait qu'aggraver un tel trouble car il a pour résultat de confiner les vapeurs dans un espace limité. Selon l'auteur, la meilleure précaution consistera à recouvrir tous les conducteurs nus dans le voisinage des interrupteurs.

L'Équipement d'un tableau de distribution. — L'auteur s'attache à déterminer quel est l'équipement minimum nécessité dans les conditions courantes.

La partie mécanique d'un tableau comprend essentiellement : les barres-omnibus, les interrupteurs et les dispositifs chargés d'assurer le fonctionnement de ces derniers. La construction des barres-omnibus offre peu de variantes et le choix du type d'interrupteur conduit généralement à l'adoption du type à rupture dans l'huile. Dans ces conditions l'étude d'un tableau de distribution est ramenée à l'étude des dispositifs mettant en action les interrupteurs.

Les plus généralement employés sont les dispositifs à surcharge, à action instantanée ou différée et les dispositifs à inversion de courant, également à action différée ou instantanée. Mais, selon l'auteur, le dispositif le plus satisfaisant essayé sur une vaste échelle, celui dont le fonctionnement s'est montré absolument sûr, n'intervenant qu'à propos, est le système « Merz Price » ou système de protection par équilibre (*balance protection*).

Protection par équilibre. — Dans ce système, le criterium du fonctionnement réside en ce que, tant que la section protégée reste saine, le courant doit être de même intensité à l'entrée et à la sortie du dispositif (sans tenir compte toutefois de la très faible différence due à la capacité). Des transformateurs d'intensité sont installés au départ et à l'arrivée de chaque section; leurs propriétés électriques sont en équilibre. Dès qu'un dérangement ou une perte se produit, le courant au départ n'est plus le même qu'à l'arrivée. L'équilibre est ainsi rompu et, par l'intermédiaire de relais, les interrupteurs ou disjoncteurs sont automatiquement ouverts aux extrémités de la section défectueuse.

Il existe trois variantes de ce système correspondant au mode de connexion et basés, soit sur l'équilibre des forces électromotrices, soit sur l'équilibre du courant, soit sur l'équilibre du fil neutre.

Les figures 1 et 2 indiquent les connexions du premier mode. L'équilibre est obtenu en mettant en opposition les forces électromotrices aux bornes secondaires des transformateurs d'intensité : dans les conditions normales aucun courant ne circule dans le fil pilote.

Les connexions pour l'équilibre du courant sont indiquées par les figures 3, 4 et 5. Dans les conditions normales un courant circule dans le pilote et son intensité est directement proportionnelle à celle du courant principal. Ce mode comporte lui-même deux dispositions différentes, la première (*fig.* 5) a été désignée sous le nom d'*équilibre magnétique*, et l'autre (*fig.* 3 et 4) sous le nom de *méthode du pont.*

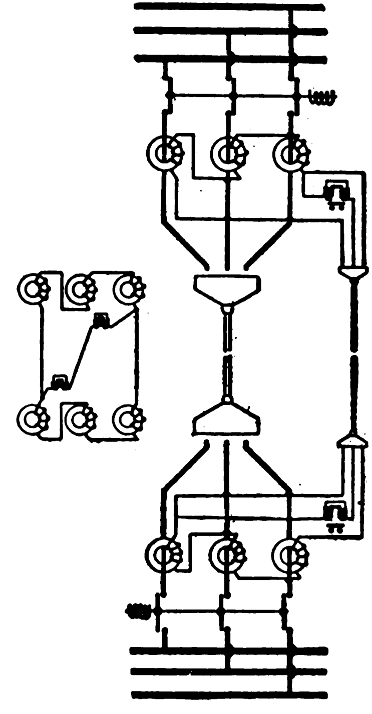


Fig. 6.

Enfin dans le troisième système, appelé *équilibre du fil neutre,* dont un exemple est donné par la figure 6, les secondaires des transformateurs sont connectés comme

10...

[1] L'auteur cite le fait suivant : Un interrupteur était en observation au moment précis où un court-circuit amena son fonctionnement. On vit des flammes et de la fumée sortir de la cuve par le joint de la plaque supérieure; un arc se produisit au même instant entre les bornes situées au-dessus de l'interrupteur, occasionnant ainsi un dérangement de nature sérieuse dans les barres omnibus.

dans le système précédent; le fil neutre réunit les points de même potentiel aux deux extrémités de la section; dans les conditions normales le système pilote sur lequel sont montés les relais n'est parcouru par aucun courant.

Protection contre les surcharges, a action différée. — Dans certains cas, il est bon de compléter le système précédent par des dispositifs assurant la protection contre les surcharges soutenues. Avec la méthode

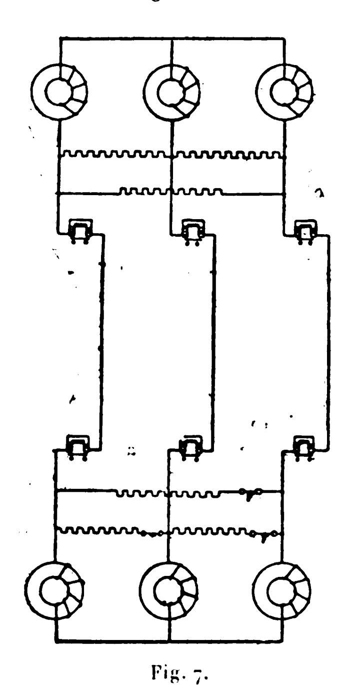


Fig. 7.

d'équilibre du courant, cela peut être réalisé en insérant tout simplement des fusibles dans les conducteurs secondaires de protection comme il est montré par les schémas des figures 4 et 5. L'introduction d'un dispositif à action différée, appliquée à la protection des feeders avec le système à équilibre de force électromotrice, a été également préconisée; la figure 7 montre les connexions.

Cas ou le neutre est isolé. — Les schémas précédents se rapportent dans chaque cas à des systèmes triphasés dont le point neutre est à la terre; au point de vue de la protection, cette disposition est la plus convenable, car tout défaut d'importance suffisante entre l'une des trois phases et la terre provoquera le fonctionnement des relais et mettra la section défectueuse hors circuit avant que d'autres dommages puissent survenir. D'un autre côté, la protection d'un système à point neutre isolé est plus simple; par exemple, comparées aux connexions du schéma principal de la figure 1, les connexions correspondantes pour un système à neutre isolé auraient l'avantage de comporter un pilote de moins; on économisera en outre un transformateur d'intensité et deux relais à chaque extrémité (*voir* schémas secondaires de la figure 1).

Protection contre les pertes. — Un des développements intéressants du système de protection par équilibre est celui qui a reçu le nom de système d'*équilibre des conducteurs*, ou de protection contre les pertes. Ce système assure l'isolement d'un circuit dans le cas de défaut ou perte à la terre. Comme les autres systèmes il est inopérant dans le cas de surcharges ordinaires; mais il a l'avantage de ne nécessiter aucun fil pilote. Les schémas des connexions sont indiqués par les figures 8 à 10. L'équilibre est maintenu sur le circuit du relais aussi longtemps que la somme algébrique des courants dans les trois conducteurs du câble principal est égale à zéro. Cet équilibre est par contre détruit dès qu'il se produit une perte à la terre sur un ou plusieurs des conducteurs et, si cette perte excède une valeur déterminée, le déclenchement du disjoncteur s'ensuit immédiatement.

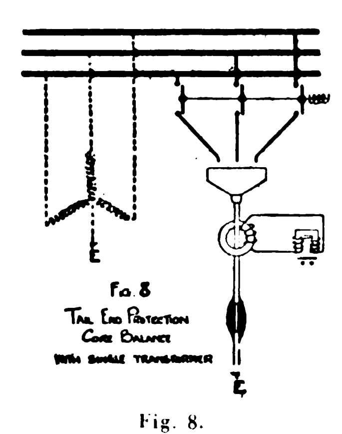


Fig. 8.

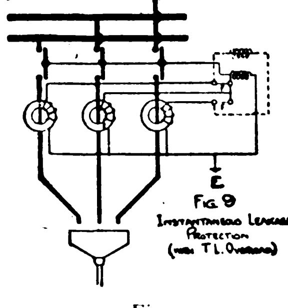


Fig. 9.

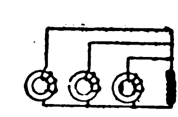


Fig. 10.

La protection à action différée contre les surcharges ou dérangements entre phases de quelque durée complète souvent les dispositifs précédents et est réalisée par l'introduction de fusibles et d'une autre bobine de déclenchement; une modification de cette nature est indiquée par la figure 9. Cette disposition peut être employée avec avantage dans les mines ou autres endroits où des arcs soutenus peuvent constituer une source de danger.

On comprendra que le système de protection par équilibre peut donner lieu à des applications très diverses. Les schémas précédents sont seulement destinés à mon-

trer quelques exemples d'application parmi les plus courants.

Dans ce qui suit l'auteur expose les considérations principales auxquelles donne lieu un système de distribution de force motrice à haute tension; ces considérations concernent la protection des génératrices, des feeders et des transformateurs.

Protection des génératrices. — Les principaux défauts à considérer sont les suivants :

1° Manque ou chute d'excitation;

2° Arrêt de machine motrice;

3° Rupture d'isolant sur l'enroulement d'armature ou dans les connexions principales.

On peut contester la nécessité d'une protection automatique contre les dérangements 1° et 2°. Par contre la rupture d'isolant dans le circuit d'une génératrice est une chose très sérieuse, car non seulement elle entraîne des perturbations dans la distribution, mais elle provoque durant plusieurs périodes des actions anormales sur les conducteurs des machines saines. M. Myles Walker a attiré l'attention sur ce fait qu'une génératrice marchant avec ses bornes en court-circuit peut débiter momentanément 20 à 30 fois son courant de pleine charge; cela donne une idée du courant qui prendrait naissance à la suite d'un accident de cette nature dans une importante station comportant plusieurs machines en parallèle.

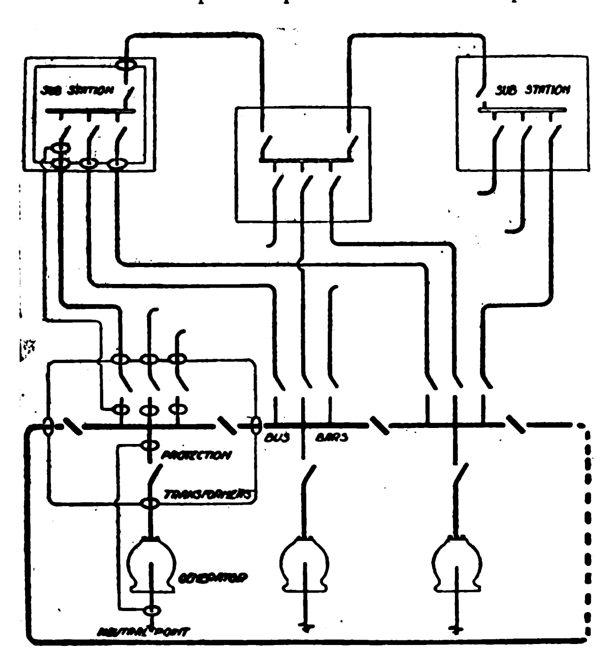


Fig. 11.

Le système idéal de protection des génératrices devra mettre hors circuit la machine défectueuse dans l'espace d'une fraction de période sans contrarier la marche des autres machines. Le système de protection par équilibre, décrit précédemment, est celui qui se rapproche le plus de cet idéal.

La disposition qui a été adoptée est montrée figure 3 (équilibre du courant). Les fusibles indiqués sur ce schéma peuvent être employés comme protection contre les surcharges, ainsi qu'il en a été question plus haut. Toutefois l'utilité du fusible dans ce cas est assez limitée.

Protection des barres-omnibus. — Les barres-omnibus doivent offrir par elle-mêmes une sécurité absolue, de sorte qu'il n'est pas besoin de dispositif spécial de protection automatique. La figure 11 indique toutefois la possibilité de réaliser cette protection. Des transformateurs d'intensité sont placés à chaque entrée et sortie du tableau et sont connectés de façon que, dans les conditions normales, l'équilibre est maintenu dans le secondaire. Mais, dès qu'un court-circuit ou une terre surviennent sur un conducteur quelconque du tableau, tous les interrupteurs connectés à la section défectueuse s'ouvrent instantanément, mettant ainsi hors circuit les barres omnibus (bus-bars) et toutes les connexions électriques qui viennent s'y brancher. L'auteur cite, comme exemple d'application, un tableau de sous-station équipé d'après ce principe. Selon lui, bien que la protection automatique des barres-omnibus d'une station ne soit pas recommandable, en raison de la dépense et de la complication qu'elle entraîne, cette protection est néanmoins préférable à certaines solutions basées sur le doublement des barres-omnibus, des interrupteurs ou même des panneaux entiers.

Protection des feeders. — La plus simple disposition des connexions est montrée par la figure 1 (équilibre de f. é. m.). Cette figure se rapporte à la disposition type adoptée par les entreprises de distribution de Northumberland et Durham.

Les caractéristiques des relais dépendent en chaque lieu de l'intensité de courant possible lors du dérangement; cette intensité varie avec la résistance et l'inductance de la ligne entre le point où survient le défaut et l'usine génératrice, et aussi, dans certaines limites, avec la puissance globale de l'usine génératrice. En pratique, il est d'usage d'avoir un schéma de chaque réseau de câbles à haute tension indiquant les numéros et les dimensions des câbles. En outre, un schéma sera tenu à jour donnant la résistance de chaque connexion et les intensités maxima approximatives du courant au moment des courts-circuits. Ce schéma peut indiquer deux valeurs du courant, l'une se rapportant aux dérangements entre phases, l'autre aux dérangements entre l'une des phases et la terre.

L'adoption du système de protection par équilibre dans un réseau important entraîne la nécessité de sectionner les diverses lignes circulaires à l'aide de disjoncteurs à surcharge disposés en certains points; l'auteur entre à ce sujet dans certains détails. La figure 12 montre finalement le schéma général d'un réseau de distribution de force motrice avec l'emplacement des divers dispositifs de protection.

Protection des transformateurs. — Les schémas 4 et 5 montrent les connexions relatives à la protection des transformateurs statiques. On voit qu'on applique dans ce cas le système d'équilibre du courant.

Il est désirable d'assurer la protection contre les surcharges soutenues, telles que celles qui résultent d'un court-circuit dans les barres à basse tension. Cette protection peut être obtenue par l'insertion de trois fusibles

dans les câbles pilotes, comme il est indiqué sur les schémas ci-dessus.

Dans les premières applications de ce mode de protection, on put constater que des courants magnétisants d'intensité anormale prenaient naissance au moment de la mise en circuit. Ces courants excessifs produisaient

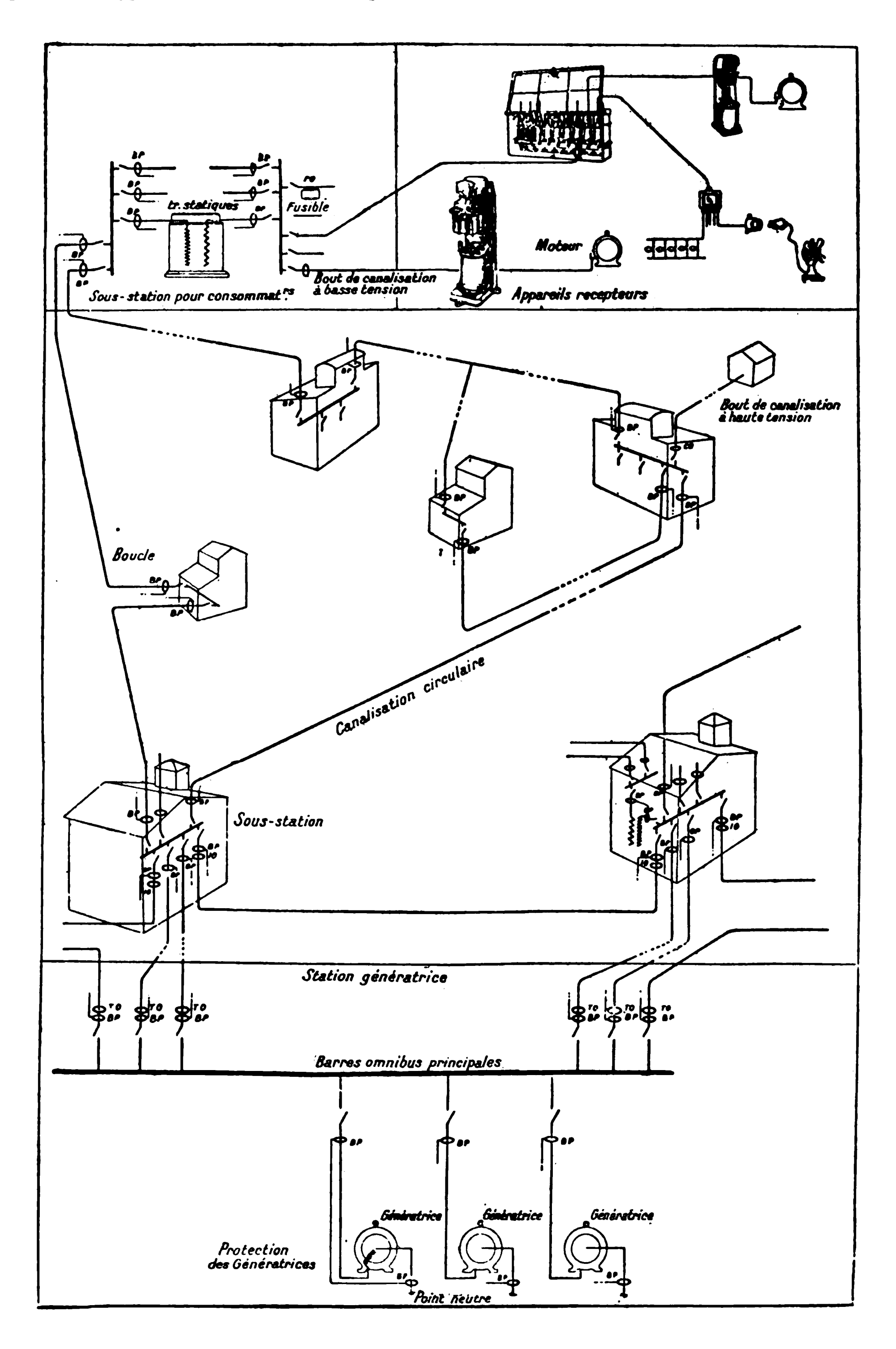


Fig. 12. — Schéma général d'un réseau de distribution, avec l'emplacement des divers dispositifs de protection.

sur les relais les mêmes effets qu'un véritable dérangement. La difficulté fut rapidement surmontée par l'insertion d'un faible fusible en parallèle avec le relais, comme il est montré en F sur les schémas.

L'Élimination des transformateurs de tension dans les systèmes de protection. — Dans ce qui précède l'auteur a examiné les dispositifs nécessités dans les diverses parties d'un système à haute tension. On a pu voir qu'une protection automatique, complète et efficace, est possible sans nécessiter l'emploi de transformateurs de tension, les dispositifs préconisés étant uniquement mis en action par les courants prenant naissance dans la partie défectueuse. Quelque soignée que soit la construction des transformateurs de tension, ces appareils constituent toujours un point faible dans l'équipement des tableaux. Aussi, lorsque leur emploi est absolument inévitable (par exemple lorsqu'il n'existe pas d'autre source pour l'alimentation à basse tension des wattmètres et ampèremètres), il est recommandable de les connecter à un circuit protégé et non directement aux barres-omnibus; de préférence ils formeront un équipement indépendant, branché, par l'intermédiaire d'un fusible, au corps principal du tableau de distribution; ils devront pouvoir être changés rapidement, les conducteurs principaux étant sous tension, sans danger de commotions pour les ouvriers; enfin, pour plus de sécurité, l'interrupteur automatique à rupture dans l'huile sera disposé, s'il est possible, entre ces appareils et les barres-omnibus.

L'Équipement le plus réduit d'un tableau de distribution a controle automatique. — D'après les considérations qui précèdent, l'équipement minimum irréductible d'un tableau automatique, muni du dispositif de protection par équilibre, comprendra: les barres-omnibus, l'interrupteur ou disjoncteur, les transformateurs d'intensité et le relais.

Protection contre les commotions et l'incendie. — Ces points doivent recevoir beaucoup d'attention. Le plus sûr moyen d'obtenir une protection efficace sous ce rapport est, selon l'auteur, d'enfermer tous les conducteurs à haute tension dans un abri solide, construit de façon à empêcher l'accès de ces conducteurs tant qu'ils sont sous tension. En outre les isolateurs supportant les conducteurs, etc., devront être également enfermés de façon que les seules parties exposées de l'installation de distribution soient les boîtes ou enveloppes métalliques à potentiel zéro.

Tableau armé. — Pour satisfaire aux conditions précédentes on a eu l'idée de construire un type d'appareil qui peut être appelé *tableau de distribution armé ou cuirassé*. La figure 13 donne l'aspect général et la figure 14 la section transversale de l'un de ces tableaux, avec ses barres-omnibus, interrupteurs, transformateurs et relais. Les barres-omnibus sont enfermées dans une case métallique indépendante en plusieurs parties assemblées, ces parties correspondant aux divers panneaux. Les barres et leurs joints entre panneaux sont noyés dans une composition isolante [1]. Les transformateurs d'intensité sont enfermés dans une case ou enveloppe indépendante pour chaque panneau et, de même que les barres, ils sont noyés dans une composition isolante. Ces deux cases sont supportées par des piliers qui constituent en même temps le châssis de l'installation.

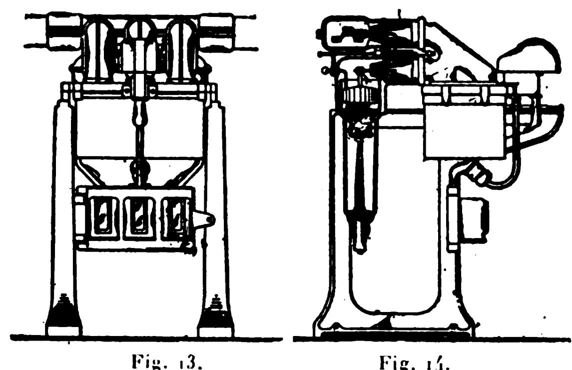


Fig. 13. Fig. 14.

L'interrupteur à rupture est du type dans l'huile à chariot pouvant être tiré vers l'extérieur. La figure 15 donne une section transversale montrant cette dernière disposition. Deux portes ou couvercles, qui normalement sont rabattus entre les cases des barres-omnibus et des transformateurs, suivent automatiquement le mouvement du chariot d'interrupteur et se referment sur les cavités qui contiennent les connexions aux barres et aux transformateurs; les portes sont montrées en A sur la figure 15. Incidemment cette figure montre la disposition adoptée lorsque l'emploi de transformateurs de tension est inévitable. G. S.

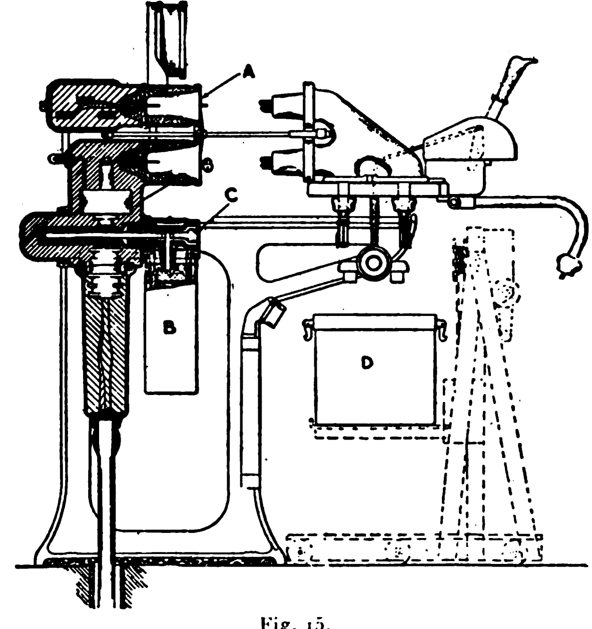


Fig. 15.

[1] Brevet anglais Highfield, n° 20968, 1904.

TRACTION ET LOCOMOTION.

LOCOMOTIVES.

Locomotive électrique monophasée Westinghouse pour les essais des Chemins de fer du Midi.

Cette locomotive est celle qui a la plus faible longueur totale (11,37 m entre tampons et 10,23 m de caisse), des six différentes commandées par les Chemins de fer du Midi pour les essais que cette Compagnie va effectuer sur 24 km de la ligne Ille-sur-Tet à Villefranche [1].

Conformément au programme posé par la Compagnie, elle comporte trois essieux moteurs, présentant l'empattement rigide permis de 4 m et disposés entre deux bissels ou essieux-porteurs articulés. Les roues motrices, écartées de 2 m l'une de l'autre, ont 1,20 m de diamètre. Les bissels, à roues de 0,85 m se trouvent à 2,40 m du dernier essieu moteur, et présentent un empattement total de 8,80 m. Le châssis a une hauteur de 1,585 m au-dessus de la voie. Il supporte une caisse fermée de 2,276 m de hauteur en forme de fourgon à bouts arrondis. Le poids total qui, d'après le programme, devait être d'environ 80 tonnes, est de 81 tonnes, avec une charge ne dépassant pas le maximum fixé de 18 tonnes par essieu. La partie mécanique pèse environ 38 tonnes et la partie électrique 43 tonnes. Sur le toit de la caisse se trouvent deux archets pantographiques pour la prise de courant sur le fil de travail aérien.

Tout l'équipement électrique, à part le disjoncteur à huile et les contacteurs du système de commande à unités multiples, est établi en double de manière à éviter toute interruption de marche dans le cas d'avarie survenant à un appareil quelconque. Il est disposé symétriquement à l'intérieur de la caisse.

Les deux archets réunis en parallèle conduisent le courant à 12000 volts et 16 périodes $\frac{2}{3}$, pris sur la ligne de travail, au disjoncteur à huile accroché au milieu en haut de la caisse. Ce courant à haute tension se rend ensuite dans deux transformateurs posés sur le plancher de la caisse de chaque côté des moteurs. Ces transformateurs, à circuits primaire et secondaire séparés, sont à ventilation forcée et ont chacun une puissance de 650 kilowatts.

Le circuit secondaire de ces transformateurs (*voir* schéma de la figure 5) comporte neuf bornes différentes permettant de faire varier de 200 à 465 volts la tension envoyée aux moteurs. Le démarrage et l'arrêt de ces moteurs s'exécutent sans intercalation de résistances principales, par augmentation ou diminution progressive de la tension appliquée à leurs bornes, les deux moteurs étant constamment couplés en parallèle.

L'opération est effectuée automatiquement par une série de contacteurs électropneumatiques commandés par l'un ou l'autre des manipulateurs disposés aux extrémités de la caisse. Le courant de commande des valves pneumatiques est fourni à 65 volts, par une prise spéciale au secondaire des transformateurs. La fermeture des contacteurs est opérée par l'air comprimé et leur ouverture est produite par l'action de ressorts puissants.

Le passage d'une touche à la suivante des transformateurs se fait avec intercalations de petites bobines doubles de self, dites *bobines préventives*, fonctionnant suivant le dispositif décrit dans la *Revue* à propos de la ligne New-York, New-Haven [1].

Les manipulateurs comportent 15 touches dont quelques-unes correspondent à la marche avec récupération. Celle-ci est effectuée en séparant les moteurs : l'un d'eux est excité par le transformateur correspondant et on utilise le courant de l'induit de ce moteur pour exciter le deuxième moteur, dont le champ se trouve ainsi décalé de 180° environ et dont l'induit renvoie de l'énergie à la ligne par l'intermédiaire du deuxième transformateur auquel il est connecté.

Les deux moteurs, qui sont placés au centre du véhicule, (*fig.* 1, 2, 3 et 4) sont fixés directement au chassis traversant le plancher de la caisse; ils mesurent 1,70 m de diamètre extérieur. Leur induit porte deux pignons dentés de 0,75 m engrenant avec une roue dentée de 1,10 m, donnant une démultiplication de $\frac{45}{7}$ calée sur un faux essieu tournant dans des paliers solidaires du chassis et placé au milieu et au-dessus des deux essieux voisins. Les deux faux essieux portent des manivelles réunies par une petite bielle d'accouplement horizontale qui elle-même donne le mouvement à une grande bielle horizontale sur laquelle sont fixées trois manivelles actionnant les trois essieux moteurs. La locomotive de la Société Westinghouse est la seule des six qui comporte à la fois des engrenages et des bielles dans le dispositif de commande mécanique.

Les deux moteurs et les deux transformateurs sont ventilés par un caniveau à air s'étendant sur presque toute la longueur de la caisse et desservi par deux ventilateurs électriques visibles (sur la figure 1), sur le côté et un peu en dessus des moteurs; vers les extrémités de la caisse se trouvent deux compresseurs d'air électrique.

Les moteurs peuvent développer chacun, avec ventilation forcée de 114 m³ d'air par minute, 600 chevaux au minimum, en absorbant 1350 ampères sous 410 volts, sans subir un échauffement supérieur à la limite fixée de 75° C. au-dessus de l'ambiante. Ils peuvent supporter 1480 ampères pendant une heure et 2300 ampères au maximum. Les isolants, suivant le programme, supportent sans danger une température prolongée de 100° C. Les moteurs calés peuvent développer un effort de 16000 kg (le programme indiquait 12500 kg au démar-

[1] L'équipement de cette ligne a été décrit dans *La Revue électrique*, t. XV, 12 mai 1911, p. 429-439.

[1] Voir *La Revue électrique*, t. XII, 30 juillet 1910, p. 59.

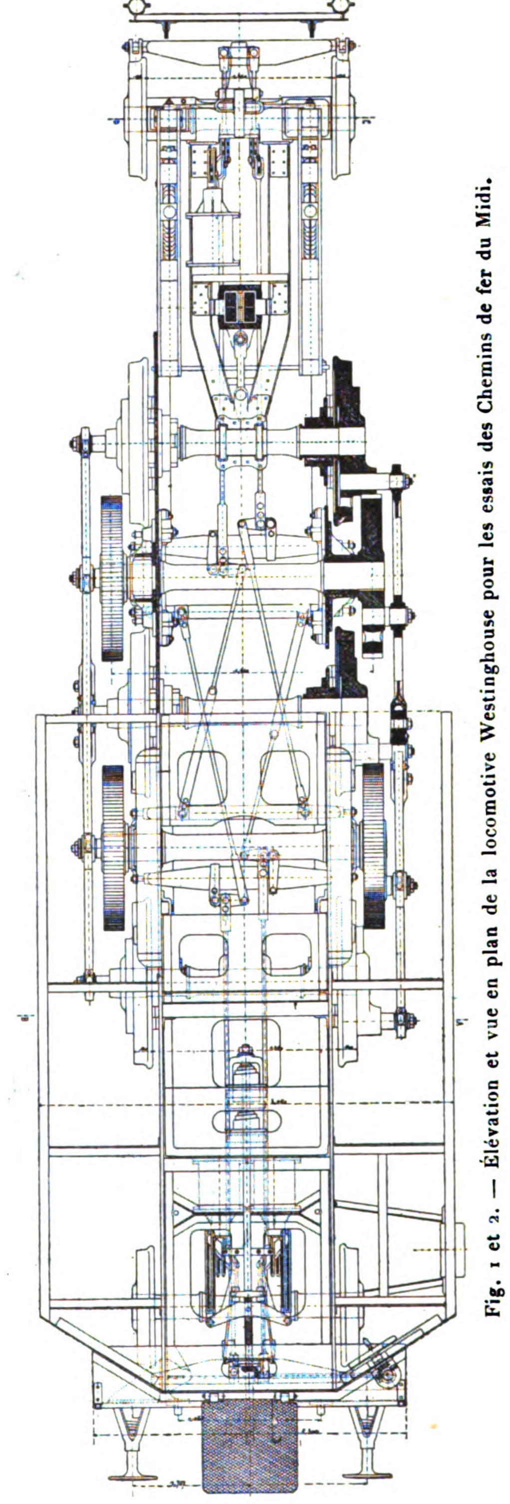


Fig. 1 et 2. — Élévation et vue en plan de la locomotive Westinghouse pour les essais des Chemins de fer du Midi.

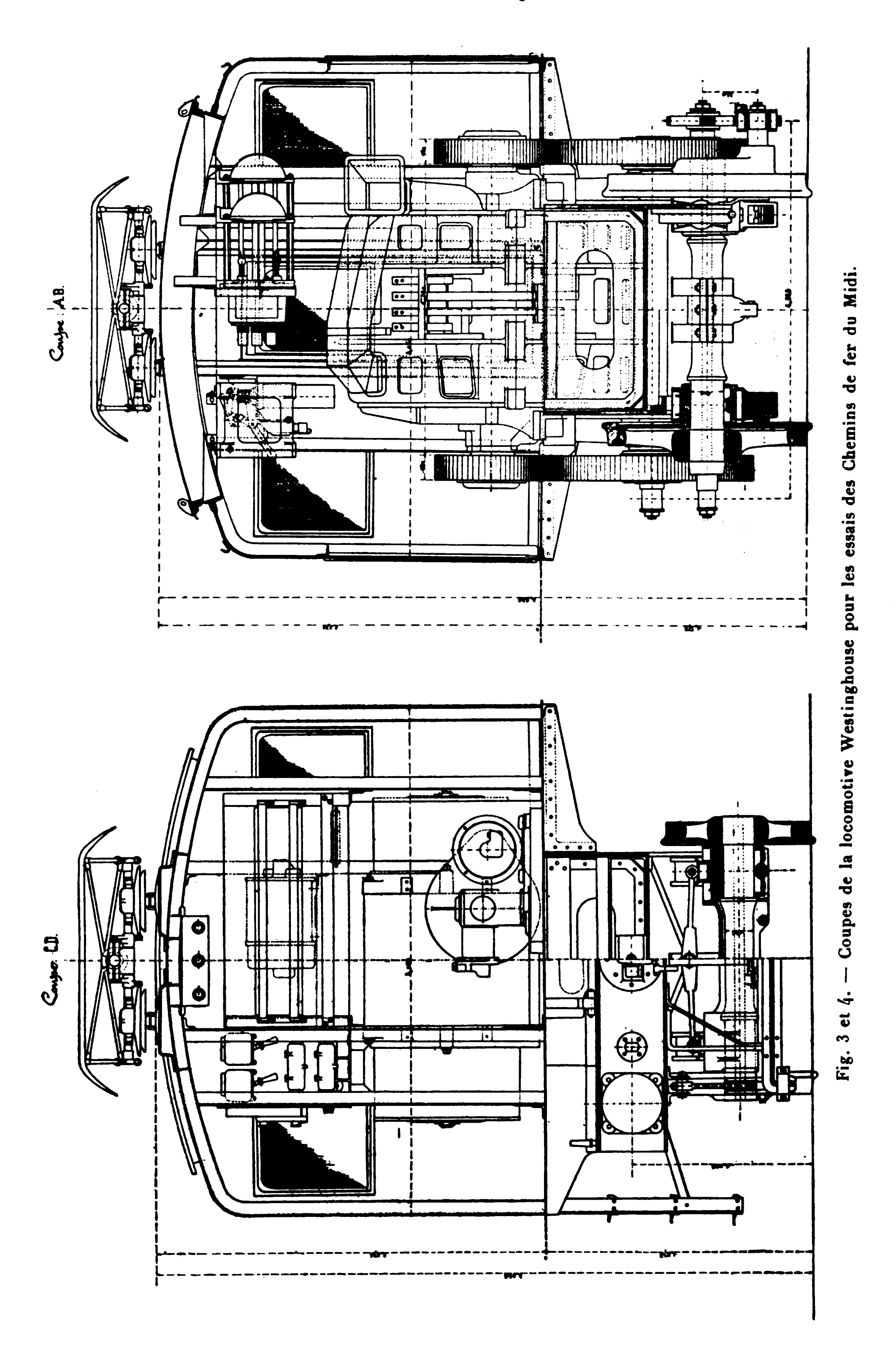


Fig. 3 et 4. — Coupes de la locomotive Westinghouse pour les essais des Chemins de fer du Midi.

rage) en absorbant 2000 ampères. Leur vitesse angulaire maximum est de 500 tours par minute correspondant à une vitesse de marche de 66 km : heure (le maximum fixé est de 60 km : h).

Les moteurs, au lieu d'être du type série simple avec résistances entre les bobines de l'induit et les lames du collecteur employé jusqu'à présent dans la plupart des installations de traction monophasée effectuées par la Société Westinghouse, notamment sur la ligne de New-Haven, sont du type série compensé avec enroulement compensateur en court-circuit; les connexions résistantes du collecteur sont supprimées.

L'inducteur se compose d'un bâti circulaire en fonte d'acier dans lequel sont rapportées des plaques en acier doux formant 16 épanouissements polaires. L'enroulement principal inducteur est en cuivre plat isolé au mica il est maintenu par des boulons et par des crochets. Le circuit compensateur inducteur est formé de barres de cuivre logées dans des cannelures ménagées dans les épanouissements polaires et connectées entre elles à l'extérieur par des lames de cuivre. L'enroulement principal inducteur peut être enlevé sans déranger l'enroulement compensateur.

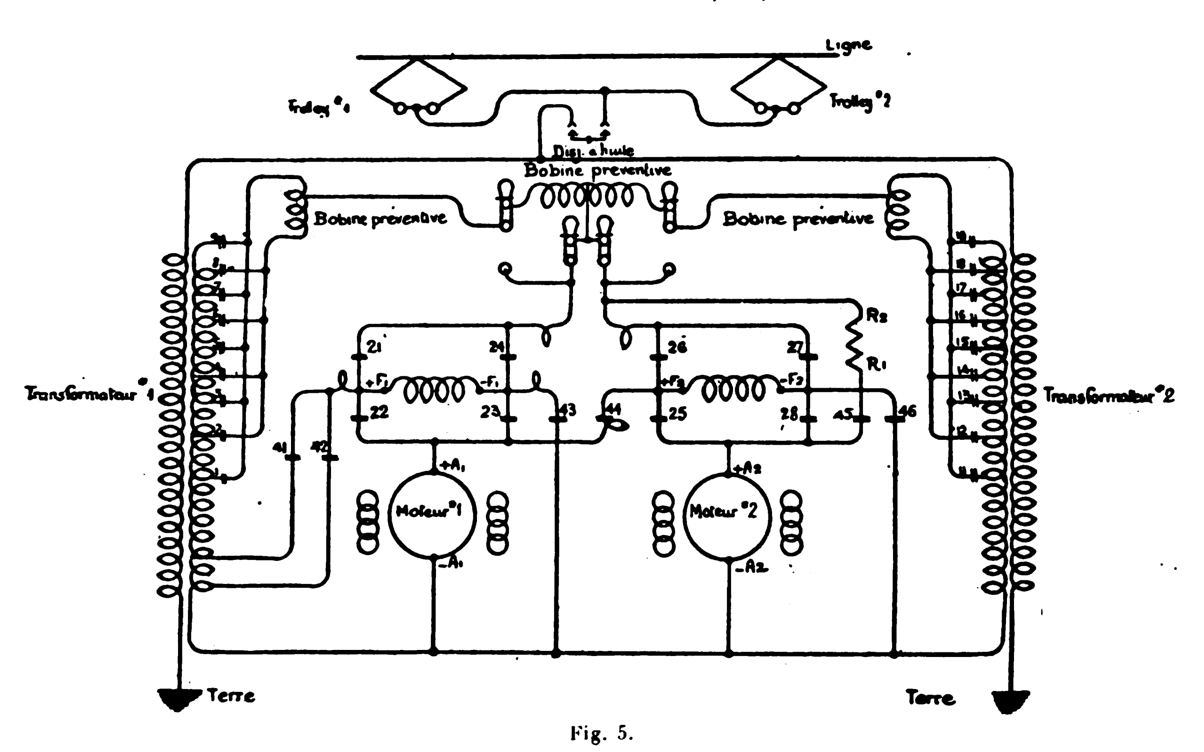


Fig. 5.

L'induit comporte des plaques de tôles d'acier doux, assemblées sur un croisillon solidaire de l'arbre et dans lesquelles sont ménagées des encoches isolées au mica et renfermant l'enroulement induit relié aux lames du collecteur isolées au mica.

On a essayé les moteurs à 2500 volts, les compresseurs et les manipulateurs à 2500 volts, les contacteurs à 3000 volts, les transformateurs à 24000 volts, le trôlet et les appareils à haute tension à 25000 volts.

Le freinage normal de la locomotive se fait par le système à air comprimé Westinghouse, mais dans les descentes, comme il a été expliqué plus haut, les moteurs électriques fonctionnent comme freins en produisant de la récupération.

Ch. J.

10.....

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

SIDÉRURGIE.

Nouveaux fours électriques pour la sidérurgie.

On a déjà cherché à utiliser les courants polyphasés dans les fours Kjellin en prenant un bain annulaire pour chaque phase. Mais comme la perte par rayonnement de chaleur est très élevée (environ 16,5 kilowatts par mètre carré de surface de bain), ces essais n'ont abouti à aucun résultat pratique et l'on a dû, pour utiliser les courants polyphasés, les transformer en courant monophasé à l'aide de moteurs générateurs appropriés. Il en résulte une élévation considérable des frais d'installation.

Dans le procédé de la Société Gesellschaft für Elektrostahlangen [1], s'il s'agit de courants triphasés, ceux-ci sont d'abord transformés de la manière connue en courants diphasés. On envoie ces courants diphasés dans les deux bobines d'un transformateur double dont le noyau central est au milieu de l'anneau de fusion. Autour des noyaux extrêmes un enroulement secondaire produit un courant qui traverse la bobine du noyau central. La

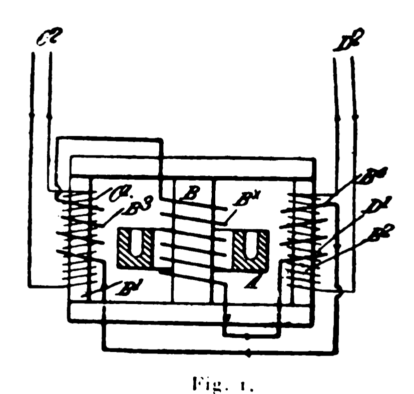


Fig. 1.

figure 1 représente la disposition employée. Les conducteurs C^2, D^2 amènent les deux courants diphasés dans les deux enroulements primaires C^1, D^1 autour des branches B^1, B^2 du transformateur. La chambre annulaire de fusion A entoure la branche médiane B. Autour de C^1, D^1 sont placés deux enroulements secondaires auxiliaires B^3, B^4 et un troisième enroulement B^x est placé autour du noyau central. Ces trois enroulements sont reliés et le rapport entre les nombres de spires des bobines B^3, B^4 réunies et celui de la bobine B^x doit être égal à $\sqrt{2}$.

Par cette disposition, presque toute l'énergie reçue sous forme de courants diphasés est utilisée comme courant monophasé dans le four et la différence de phase est tout à fait minime contrairement à la disposition sans enroulement auxiliaire.

(1) Brevet allemand 206575 du 3 janvier 1907 (*Zeitschrift f. Elektrochemie*, t. XV, 1er août 1909, p. 550).

Le flux de force magnétique produit par les deux enroulements primaires et qui traverse la branche médiane du transformateur est annulé dans cette partie par la réaction du courant secondaire induit dans la chambre à fusion. Dans les enroulements auxiliaires sont également induits des courants qui, traversant l'enroulement B^x, renforcent le champ magnétique dans le noyau central. De cette manière, il est, par conséquent, possible d'utiliser directement dans un seul appareil des courants diphasés comme courant monophasé sans qu'il en résulte une différence de phase préjudiciable et sans rendre inutile une grande partie de l'énergie dont on dispose.

Nous avons précédemment décrit [1] un haut fourneau électrique de Grœnwall, Lindblad et Stalhane dans lequel il est fait usage d'électrodes en charbon. Nous donnons ici quelques détails sur un nouveau four électrique Grœnwall, Lindblad et Stalhane [2] d'après un brevet allemand.

L'invention des trois électrométallurgistes suédois a pour objet un procédé pour la réduction et la fusion des minerais de fer dans un haut fourneau électrique. La caractéristique de ce four est la réunion de deux dispositifs déjà connus : 1° l'amenée du courant par deux électrodes complètement ou partiellement fondues, consistant en métal obtenu et disposées dans deux compartiments complètement séparés du creuset de fusion; 2° l'entretien d'une circulation permanente de bas en haut des gaz produits dans le four.

Ce four est représenté en figures 2, 3 et 4. La première est une coupe verticale suivant A-B de la figure 3. Celle-ci est une coupe horizontale suivant E–F de la figure 2. La figure 4 est une vue en élévation avec partie en coupe suivant C-D de la figure 3. Le haut fourneau **1** possède une garniture réfractaire **2**. Celle-ci forme en **3** une séparation des deux électrodes fondues qui sont situées dans les deux rigoles **4**. Les électrodes s'étendent par les ouvertures **5** en dehors du creuset de fusion et reçoivent le courant par les blocs de contact **6** reliés aux conducteurs **7**.

Les gaz formés partent par la conduite **11**; une partie est renvoyée par le ventilateur **9** à la partie inférieure du four; le restant est évacué par **12**. La coulée du fer et de la scorie se fait en **10**.

On introduit dans le four le minerai de fer mélangé des fondants nécessaires. On y ajoute comme charbon juste la quantité qui correspond à l'oxygène contenu dans le minerai. Au début, les électrodes **4** sont constituées par du fer qui est amené à l'état de fusion par le courant. Les gaz de la réduction : anhydride carbonique et oxyde de carbone, repassent constamment dans le four et, comme il n'y a pas d'introduction d'air frais, l'azote existant au début dans le gaz ne tarde pas à disparaître.

(1) *La Revue électrique*, t. XIII, 15 juin 1910, p. 426.
(2) *Elektrochemische Zeitschrift*, t. XVII, janvier-février 1911, p. 284 et 311.



Le procédé de chauffage électrique employé ici, et qui consiste à se servir des substances à traiter comme de résistance, a cet avantage que la température produite se répartit sur une bien plus grande zone de la charge, contrairement à ce qui se passe avec le chauffage par arcs.

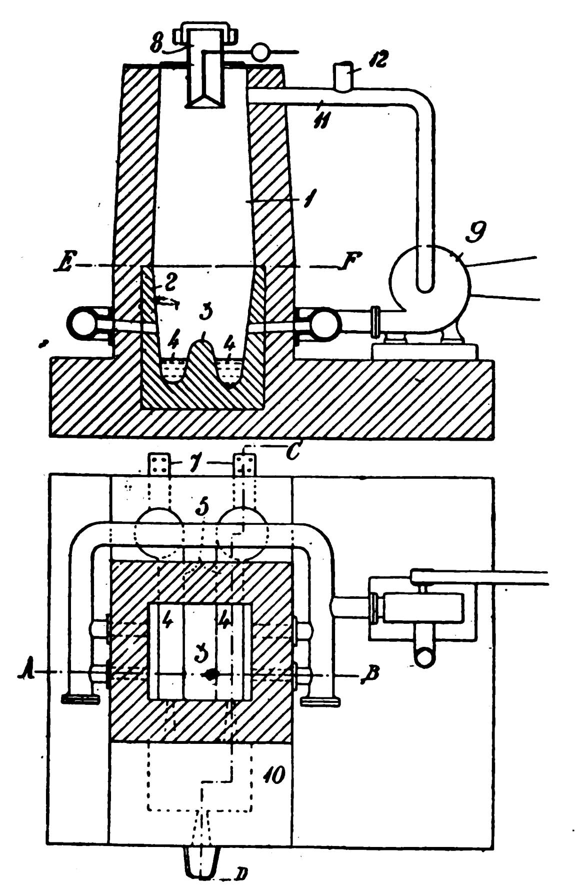


Fig. 2 et 3.

Dans ce dernier cas, la température dans le voisinage immédiat de l'arc est si élevée que l'action réductrice des gaz circulant à travers le four devient préjudiciable et est trop faible à une petite distance, car la chaleur ne se propage dans la charge que par conductibilité et rayonnement. Dans le chauffage par arc, l'action des gaz de circulation est par conséquent très incomplète. Dans le four actuel, il n'y a pas à craindre d'action réductrice nuisible par suite d'une température trop élevée et les gaz réducteurs agissent sur une grande partie de la charge.

Par leur circulation les gaz propagent la chaleur dans la masse par suite d'une part de leur chaleur spécifique propre et aussi parce que l'anhydride carbonique se décompose de la façon suivante

$$CO^2 + C = 2CO$$

dans la partie inférieure du four, libérant ainsi une quantité de chaleur importante qu'on retrouve dans les parties supérieures du four, où l'oxyde de carbone repasse à l'état d'anhydride carbonique. Comme dans les hauts fourneaux ordinaires, cet oxyde de carbone réduit alors le minerai des couches supérieures.

Sans circulation gazeuse, la réduction ne se fait qu'à l'aide du charbon solide et seulement à la partie inférieure. Il en résulte des troubles plus ou moins importants et l'impossibilité de régler la zone de fusion par suite de l'écartement invariable des électrodes.

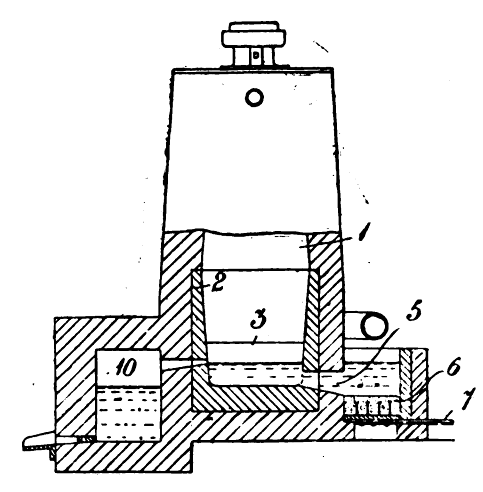


Fig. 4.

La circulation gazeuse permet d'éviter en grande partie la réduction par le charbon solide et la réduction se fait au-dessus de la zone de fusion. En faisant varier la quantité et la vitesse des gaz, on peut régler à volonté la marche du four.

L'obtention d'une température constante pendant des recherches présente souvent de grosses difficultés, d'autant plus grandes que la température est élevée et la charge variable. Le four électrique W. Schuen (1) représenté en figure 5 résout le problème pour des températures entre

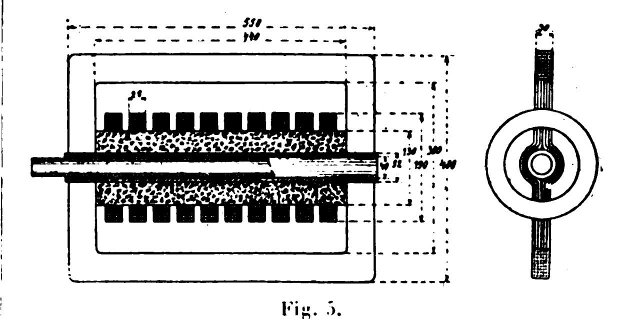


Fig. 5.

700° C. et 800° C. C'est un four à induction dont le circuit magnétique comprend comme noyau un tube en fer forgé de 8,4 cm² de section transversale et comme branches un cadre double en fil de fer dont la section, de chaque côté,

(1) *Elektrochemische Zeitschrift*, t. XVII, février 1911, p. 301.

est de 11,7 cm². L'enroulement primaire comprend 10 bobines de chacune 16 spires; ces bobines sont groupées en tension. L'enroulement secondaire est formé par le tube de fer du noyau magnétique.

La caractéristique de l'appareil est donc l'emploi simultané du fer comme noyau magnétique et comme enroulement. On évite ainsi la dispersion. Mais le magnétisme est très dépendant de la température. Pour une faible force magnétisante, la perméabilité monte d'abord lentement, puis rapidement jusqu'à 750° pour baisser ensuite très rapidement. Quand la force magnétisante s'élève, le phénomène reste le même, mais la chute est moins rapide.

Si donc la température de l'appareil atteint 750° C., la perméabilité tombe brusquement à 0° et le courant doit devenir nul dans le secondaire. En pratique ceci n'arrive pas, car le flux magnétique reste constant sur la branche descendante de la perméabilité.

Les bobines sont fabriquées avec du fil de cuivre de 3,5 mm de diamètre entouré d'une corde d'amiante. On l'enroule sur un calibre et après avoir enlevé ce dernier, on entoure encore le tout à l'aide de corde d'amiante. L'isolement calorifique consiste en deux couches d'amiante entre lesquelles on comprime de la laine de scorie.

Les courbes de la figure 6 montrent comment varient

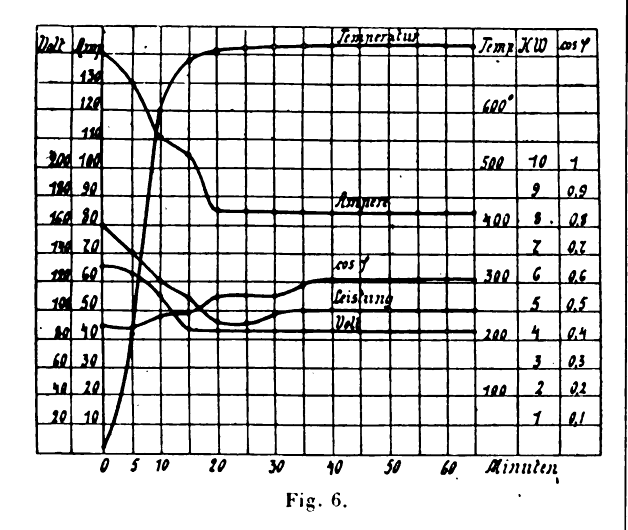


Fig. 6.

les différents facteurs en fonction du temps en minutes depuis la mise en route. L'intensité (ampère) est exprimée en ampères, la tension (volt) en volts, la puissance (Leistung) en kilowatts et la température (Temperatur) en degrés centigrades. La courbe de cos φ est intéressante. On voit que le cos φ augmente aux températures élevées. Si la valeur atteinte n'est pas très élevée, c'est que le cos φ de toute l'installation est assez faible et n'atteint en moyenne que 0,66 à cause de l'alimentation d'électromoteurs. Le facteur de charge du four peut donc se calculer sans grande erreur comme suit : $\frac{0,60}{0,66} = 0,9$.

L. J.

CHLORE ET SOUDE.

Sur la production du chlore et de la soude par l'électrolyse du chlorure de sodium.

A propos d'une installation récente effectuée à Mount Morgan les renseignements suivants sont fournis par les journaux d'électrochimie.

Les électrolyseurs utilisés à Mount Morgan sont en effet des appareils à diaphragme. Chaque électrolyseur est divisé en trois compartiments au moyen de deux plaques de fer percées de petites ouvertures. Sur les plaques de séparation sont placés deux diaphragmes en amiante. Les anodes sont disposées dans le compartiment central, les cathodes dans les compartiments extérieurs.

Avant de soumettre la solution de chlorure de sodium à l'électrolyse il est indispensable d'en éliminer les sels de calcium et de magnésium qui, sous l'action du courant, donneraient des dépôts de chaux et de magnésie obstruant rapidement les diaphragmes. Pour cela on ajoute à la solution une proportion convenable de soude et de carbonate de sodium. Le dépôt d'hydrate et de carbonate de calcium et de magnésium est séparé par filtration, au moyen d'un filtre à vide. Dans cette purification il faut avoir soin de doser très exactement la proportion de soude et de carbonate de sodium; si la quantité en est trop faible, on n'empêche pas complètement la formation de dépôts de chaux et de magnésie pendant l'électrolyse; si l'on en met trop, l'électrolyse de la soude en excès donne lieu à un dégagement anodique d'oxygène qui détruit rapidement les anodes; en outre la soude libre se combine avec le chlore pour fournir de l'hypochlorite et du chlorate de sodium.

Suivant qu'on recueille seulement le chlore libéré à l'anode ou à la fois ce chlore et la soude formée dans le compartiment cathodique, la quantité de chlorure de sodium nécessaire à l'obtention de 1 kg de chlore est notablement différente. Dans le premier cas il faut en effet 3 kg de chlorure de sodium par kilogramme de chlore; dans le second il n'en faut que 1,67 kg. Cette différence provient de ce que, quand on recueille la soude, on doit concentrer la solution cathodique, ce qui a pour conséquence la cristallisation du chlorure de sodium qu'elle renferme, chlorure de sodium qu'on fait rentrer à nouveau dans le cycle des opérations.

Il faut éviter une diffusion trop rapide de la solution cathodique alcaline dans le compartiment anodique pour empêcher la formation d'hypochlorite et de chlorate; pour cela le niveau du compartiment cathodique est maintenu au-dessous du niveau dans le compartiment anodique. Il convient également que la solution du compartiment cathodique ne soit pas trop riche en soude caustique, car celle-ci s'électrolyserait et nous avons vu que cette électrolyse entraîne une destruction plus rapide des anodes en graphite. En ne dépassant pas une teneur de 8 pour 100 de soude dans la liqueur cathodique, on parvient à faire durer les anodes pendant 6 mois tout en obtenant un rendement satisfaisant en chlore et en soude.

MESURES ET ESSAIS.

INSTRUMENTS DE MESURES ÉLECTRIQUES.

Le galvanomètre à vibration.

Le galvanomètre à vibration est un instrument capable de déceler les courants ou les forces électromotrices alternatives. Il diffère surtout des autres instruments du même genre en ce que le système mobile doit être accordé à la fréquence du courant ou de la force électromotrice à étudier. Si la période ou la fréquence du courant change, alors que la période propre de l'instrument reste constante, on trouve que l'instrument a une grande sensibilité pour la fréquence de résonance et près de cette fréquence, tandis que, pour des fréquences différant de la fréquence de résonance de plus de quelques pour 100, la sensibilité est très petite. L'instrument ne répond donc que très peu aux harmoniques du courant ou de la force électromotrice et, pratiquement, on ne commet aucune erreur sensible en supposant qu'on a affaire à une onde sinusoïdale. Cette propriété permet à l'instrument d'être employé dans toutes les mesures où intervient la fréquence et pour lesquelles des méthodes de zéro sont employées. Étant donnée l'importance qu'a acquise cet appareil dans les pays anglo-saxons, il nous a paru utile de résumer pour le lecteur le travail de M. F. Wenner, du Bureau of Standards de Washington, sur cet intéressant instrument (1).

Modèles divers de galvanomètres a vibration. — On distingue actuellement trois modèles de galvanomètres à vibration :

1° Celui de Rubens (2), qui est une modification du téléphone optique de Max Wien (3) dans lequel le miroir et une pièce de fer doux sont montés ensemble sur une suspension métallique. Cette pièce de fer doux est dans un champ magnétique;

2° Celui de Max Wien (4) dans lequel un très petit aimant permanent est monté sur une suspension en fil de laiton dont on peut varier la longueur et la tension pour avoir une échelle très étendue de nombre de vibrations par seconde;

3° Celui de Campbell (5) qui est du type Deprez d'Arsonval employable pour des fréquences variant entre 50 et 750 p:s, et dont la sensibilité est indépendante du moment d'inertie et inversement proportionnelle à la fréquence.

4° L'auteur donne aussi le projet d'un galvanomètre à vibration, construit dans les ateliers du Bureau of Standards qui est du type Rubens avec un seul aimant et de moment d'inertie connu.

(1) *The Electrician*, t. LXV, 8 juillet 1910, p. 505.

(2) *Wied. Ann.*, t. XLII, p. 593; t. XLIV, 1891, p. 681.

(3) *Wied. Ann.*, t. LVI, 1895, p. 27.

(4) *Ann. der Physik*, t. CCCIX, 1901, p. 425.

(5) *The Electrician*, t. LX, p. 60; *Revue électrique*, 24 février 1911, p. 202.

Méthodes d'accord. — La méthode la plus usuelle consiste à appliquer aux bornes du galvanomètre une petite force électromotrice alternative et à régler sa fréquence ou la période propre du système mobile jusqu'à ce qu'on obtienne une déviation maximum. Pour éviter des erreurs de 50 pour 100, qui peuvent se produire pour la sensibilité au courant près de la résonance (alors que les observations sont exactes pour les f. é. m.), il est bon de placer en série avec le galvanomètre une résistance de 100 000 ohms, de prendre une f. é. m. convenable et de faire alors le réglage pour la déviation maximum. Cependant, comme avec cette grande résistance une précision suffisante ne peut être obtenue pour quelques expériences, on peut employer une autre méthode, qui utilise l'angle de phase entre le déplacement du système mobile et la force motrice.

Sur l'arbre du générateur est monté un grand disque, en arrière et légèrement au-dessus duquel est placée une source de lumière linéaire. Le disque intercepte environ la moitié de la portion de la ligne qu'on désire utiliser excepté quand il présente des entailles, une pour chaque paire de pôles, faites au bord. Ces ouvertures sont placées, par rapport aux enroulements, de façon qu'elles découvrent la moitié inférieure de la ligne seulement, quand la f. é. m. est maximum. Des résistances relativement grandes sont employées (le moment d'amortissement étant faible), spécialement dans le circuit du galvanomètre, de sorte que la courbe de résonance est élevée, et le courant peut être considéré comme en phase avec la f. é. m.; on observe alors une bande de lumière au-dessus et une ligne lumineuse au-dessous du bord du disque. Quand l'accord est bon, la ligne apparaît au-dessous du centre de la bande; quand l'accord est détruit la ligne se meut d'un côté ou de l'autre et la vue de l'image donne le signe et la grandeur du décalage. Cette méthode indique un défaut de résonance quand la différence dans les fréquences est de l'ordre de 0,01 pour 100 de la fréquence de résonance.

Théorie du galvanomètre a vibration. — Dans un galvanomètre quelconque, un courant traversant la bobine produit une force tendant à causer un déplacement relatif entre le système mobile et le système fixe. Le déplacement relatif résultant oblige une partie du flux de l'aimant à traverser la bobine et développe ainsi une force contre-électromotrice. L'énergie utile pour produire une déviation est l'intégrale par rapport au temps du produit de l'intensité par la force contre-électromotrice.

Dans l'emploi ordinaire des galvanomètres, cette énergie est petite, ce qui est dû à ce fait que, lorsque le système mobile a atteint un déplacement égal à la déviation finale, l'intégrale précédente est ou égale à zéro ou moindre que zéro. Si le mouvement est seulement légèrement amorti, un renversement du courant à la

fin de la première déviation produira une seconde déviation en sens opposé, plus grande que la première : ceci est dû au fait que le mouvement du système produit de nouveau une force contre-électromotrice, et ainsi plus d'énergie électrique est convertie en énergie mécanique. Toute cette énergie n'est pas fournie cependant au système, il y en a de perdue par le frottement de l'air, les courants induits. En renversant le courant à la fin de chaque déviation les déviations successives s'accroîtront jusqu'à ce que la valeur moyenne de la perte d'énergie par amortissement devienne égale à la valeur moyenne de transformation de l'énergie électrique.

Considérons un courant ou une f. é. m. de forme d'onde sinusoïdale, ce qui entraîne une vibration fondamentale (sans harmoniques) et une forme d'onde sinusoïdale pour la f. é. m. inverse. Dans la pratique, la période propre est réglée égale à celle du courant à étudier ou très voisine d'elle.

Si le réglage est bon, le déplacement du système mobile avance de 90° sur le courant qui produit le déplacement et la f. é. m. inverse dépend de la valeur de la variation de ce déplacement et est en phase avec le courant. Si l'accord n'est pas bon, le système mobile est en avance du courant d'un angle plus grand ou moins grand que 90°, et, en conséquence, l'angle de phase entre le courant et la f. é. m. inverse n'est pas nul. Comme la puissance convertie dépend du cosinus de cet angle de phase, l'accord pourra avoir un effet marqué sur la déviation. Quand l'amplitude de la vibration croît, la f. é. m. inverse croît et, à moins que la résistance soit très grande, elle a un effet marqué sur la valeur du courant. Si les trois vecteurs, le courant, la f. é. m. appliquée et la f. é. m. inverse sont dans la même direction, la puissance convertie, et par conséquent la déviation, est maximum si, après qu'une condition stable est établie, la f. é. m. inverse est égale à la moitié de la f. é. m. appliquée.

On peut trouver la valeur algébrique de l'amplitude de la vibration.

Si l'on appelle :

θ, le déplacement angulaire,

α, le moment d'inertie,

β, le moment d'amortissement (quotient du torque retardateur par la vitesse angulaire quand le cadre est à circuit ouvert),

γ, le moment de restauration (quotient du torque tendant à ramener le système mobile à sa position d'équilibre au déplacement angulaire),

Ψ, le moment de déplacement (quotient du torque produit par le courant au courant),

ρ, la résistance du galvanomètre,

r, la résistance totale du circuit du galvanomètre,

I, la valeur efficace du courant,

f, la fréquence du courant, $p = 2\pi f$,

f_0, la fréquence des oscillations propres du système mobile, $p_0 = 2\pi f_0$,

E, la force électromotrice efficace appliquée,

ω, l'angle d'avance de la f. é. m. sur le courant,

σ, l'angle d'avance de la force électromotrice inverse sur le courant,

η, l'angle d'avance de l'impédance sur le courant,

A, la sensibilité au courant,

V, la sensibilité à la f. é. m.,

W, la sensibilité à la puissance,

Φ, l'amplitude après que la condition de stabilité de la déviation est atteinte,

on a

$$(1)\qquad \Phi = \frac{\sqrt{2}\,\Psi E \cos\omega}{r\sqrt{p^2\beta^2 + \alpha^2(p_0^2 - p^2)^2} + p\Psi^2\cos\sigma},$$

ou si $p = p_0$, et σ devient nul

$$\Phi = \frac{\sqrt{2}\,\Psi I}{p\beta} \qquad \text{et} \qquad \Phi = \frac{\sqrt{2}\,\Psi E\cos\omega}{p(r\beta + \Psi^2)}.$$

Le produit des deux expressions ci-dessus donne alors :

$$\Phi^2 = \frac{2\Psi^2 EI\cos\omega}{p^2\beta(r\beta + \Psi^2)}.$$

La sensibilité au courant est le quotient de l'amplitude de la vibration à la valeur efficace du courant; on a

$$A = \frac{\sqrt{2}\,\Psi}{p\beta}.$$

De même la sensibilité à la f. é. m. est le rapport de l'amplitude à la valeur efficace de la f. é. m. aux bornes de l'instrument

$$V = \frac{\sqrt{2}\,\Psi}{p(\rho\beta + \Psi^2)},$$

et la sensibilité à la puissance

$$W = \frac{2\Psi^2}{p^2\beta(\rho\beta + \Psi^2)},$$

en supposant $\cos\omega = 1$, ce qui peut être généralement fait sans introduire d'erreur appréciable, parce que, dans la plupart des instruments, l'impédance entre les bornes est petite par rapport à la f. é. m. appliquée, et est presque en phase avec elle.

La constante de temps pour les indications de courants est

$$T = \frac{2\alpha}{\beta}.$$

L'amplitude de la vibration produite par une harmonique particulière quelconque dans l'onde de force électromotrice est donnée par l'équation (1) ci-dessus quand on remplace p par sa valeur correspondante. On voit ainsi que l'importance des harmoniques variées est petite.

COMPARAISON DE QUELQUES GALVANOMÈTRES A VIBRATION. — Voici quelques constantes de galvanomètres à vibration que nous désignerons ainsi dans le Tableau suivant [1] :

Galvanomètre n° 1, type Rubens construit par W. Oemke;

[1] Ces constantes sont données dans les mêmes unités que pour un galvanomètre ordinaire. Par exemple, pour la sensibilité au courant, c'est le nombre de micro-ampères par millimètre de courant à 1 m.

Galvanomètre n° 2, type Campbell construit par R. W. Paul;

Galvanomètre n° 3, type du Bureau of Standards.

La comparaison est faite à fréquence de résonance égale :

	1.	2.	3.
Sensibilité au courant alternatif...	1,5	7,3	42
Sensibilité au courant continu....	0,018	0,010	$5,5.10^{-4}$
Sensibilité à la force électromotrice.	0,0014	0,0061	0,0075
Fréquence de résonance...........	100	100	100
Résistance........................	234	30	74
Sensibilité à la puissance.........	0,0021	0,045	0,032
Effet de résonance................	39	116	2700
Quotient de la force électromotrice imprimée à la force électromotrice inverse pour 100..........	78	97,5	87

On voit donc bien que, d'après Campbell [1], l'effet de résonance peut accroître la sensibilité de plus de 100 fois sa valeur.

On verra dans le Mémoire de M. Wenner l'effet de l'accord sur l'amplitude de la vibration avec courant et f. é. m. constants; l'effet de décroissance de l'amplitude de la vibration sous l'influence de la résistance, avec une f. é. m. constante dans le circuit; les variations, dues à l'amortissement par l'air, de la fréquence de résonance, de la subtilité de l'accord et de la sensibilité au courant; l'influence d'un circuit inductif sur le changement de la fréquence de résonance apparente et l'accroissement de l'amplitude de vibration, etc...

C. CHÉNEVEAU.

Sur un galvanomètre pour les circuits à courants alternatifs.

Les effets dus à une variation de courant, tels que celle produite par le phénomène d'induction, sont souvent difficiles à montrer à cause du peu de sensibilité du galvanomètre balistique. Les essais avec le courant alternatif sont encore moins satisfaisants à cause de difficultés spéciales. Le galvanomètre à vibration ne résout que quelques-unes de ces difficultés; car il doit être réglé à la résonance pour donner les meilleurs effets et ses indications varient avec la fréquence du courant. La sensibilité des essais balistiques peut être beaucoup accrue en employant une forme quelconque de commutateur mécanique produisant un courant de forme alternative.

Une meilleure méthode serait d'engendrer le courant à la manière ordinaire s'il existait un instrument convenable. Le galvanomètre qu'on va décrire [2], est le résultat d'un essai de construction d'un appareil permettant de comparer les inductances et les capacités par les méthodes du pont, aussi exactement qu'il est possible de le faire pour les résistances.

L'instrument est presque identique à un galvanomètre à cadre mobile sauf que son champ est créé par un électro-aimant, spécialement construit et excité par une tension alternative. Cette tension V est appliquée à un bobinage de m tours de l'électro-aimant, et le flux N dans le noyau est tel que $V = rI + mN$, si r est la résistance du bobinage et I le courant qui le traverse. La bobine et l'électro-aimant sont ainsi réalisés que, pour les courants de fréquences employées, la valeur de rI est négligeable par rapport à V. La valeur de la variation de N sera donc à chaque instant une mesure de V, quelles que soient la perméabilité ou l'hystérésis du noyau. L'instrument possède un électro-aimant lamellaire formé de tôles de deux sortes, une portion rectangulaire avec deux branches linéaires formant le noyau de l'électro-aimant et une partie spécialement façonnée entre les pôles. Le cadre mobile de 50 tours oscille dans un faible espace séparant les tôles, comme dans un appareil à aimant permanent. Sur les branches de l'aimant sont des bobinages de 200, 2000 et 4000 tours. Le fer ne sera pas trop fortement aimanté si l'enroulement employé contient 20 tours par volt sur des circuits à 50 périodes, mais l'instrument est si sensible qu'une telle excitation ne sera nécessaire que pour des essais exceptionnels.

Si une tension V est appliquée à une des bobines de champ de m tours et, si le même, ou un autre, enroulement de champ de n tours est réuni, par l'intermédiaire d'un condensateur de C microfarads, à la bobine mobile, le torque agissant sur cette bobine mobile sera une mesure de $Cn\left(\frac{V}{m}\right)^2$, c'est-à-dire que la déviation est proportionnelle au carré de la tension. En choisissant convenablement C, m et n, le voltmètre peut être employé avec un grand nombre d'échelles. Ainsi une déviation de 200 mm sur une échelle à 1 m peut être aussi bien obtenue pour 200 volts ou pour 20 millivolts. La déviation est indépendante de la fréquence et de la forme d'onde si l'enroulement de champ auquel la tension est appliquée a une résistance négligeable en comparaison de son impédance. Ainsi, avec $m = 4000$ et $n = 200$, on a trouvé que, la valeur de V^2 nécessaire pour donner une certaine déviation était indépendante de la fréquence entre 50 et 100 périodes, mais à 25 périodes, elle était inférieure de 6,5 pour 100 de sa valeur à 50 périodes. A chaque fréquence définie, la déviation mesurera toujours CV^2. L'instrument peut être employé très avantageusement pour comparer les inductances et les capacités par les méthodes ordinaires du pont, les conditions d'emploi étant les suivantes :

1° La tension alternative V appliquée à la bobine du champ de l'instrument doit aussi produire le courant dans les bras du pont;

2° Le courant alternatif dans le pont doit être en phase avec la tension V, ce qu'on obtient à l'aide de résistances non inductives convenables;

3° Le cadre mobile doit être placé directement dans une diagonale du pont.

L'équilibre peut être réglé à $\frac{1}{10000}$ près quand les tensions réglées dans les bobines ou les condensateurs sont de l'ordre de 1 volt. Quand un équilibre de grande précision est nécessaire, la petite force électromotrice e induite dans le cadre mobile par le champ alternatif de l'aimant tend à créer une petite déviation détruisant l'équilibre quand le circuit du cadre mobile n'est pas inductif, le courant dû à e sera en phase avec e et en qua-

[1] *Phil. Mag.*, t. XIV, 1907, p. 497.

[2] W.-E. SUMPNER et W.-C.-S. PHILIPPS, *Physical Society*, 10 juin 1910. — *Electrician*, t. LXV, 24 juin, p. 432 et 9 septembre, p. 911.

drature avec le flux, de sorte que la déviation correspondante sera négligeable. Mais dans tous les cas on peut éliminer sûrement l'effet dû à *e* par la méthode du faux zéro. C. C.

Oscillographe à lueur négative pour hautes fréquences de Gehrcke.

En utilisant une propriété particulière de la lueur négative, Gehrcke est parvenu à établir un appareil qu'il a appelé *oscillographe à lueur négative* [1] et qui joue vis-à-vis des oscillations électriques ou courants de haute fréquence le même rôle que le tube de Braun par rapport aux courants alternatifs industriels [2]. Considérons un tube à vide, à azote raréfié par exemple, tel que celui que représente la figure 1. A et B sont les électrodes en fil de nickel de 10 cm de longueur. La pression intérieure est de 10 à 18 mm de mercure. Appliquons aux deux bornes une tension alternative de plusieurs milliers de volts, nous verrons l'électrode négative s'entourer d'une gaine lumineuse de couleur bleu clair, dont la longueur est à chaque instant rigoureusement proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse l'appareil. A chaque changement d'alternance il y a permutation de l'électrode; de sorte qu'on voit une ligne lumineuse tantôt au-dessus tantôt au dessous de l'axe tracé par le point de contact des extrémités de A et B. Cette ligne décomposée par un miroir, tournant à très grande visesse, pęrmet de suivre les variations instantanées du courant. La photographie cinématographique des courbes est facile grâce au pouvoir actinique intense de la lueur négative, surtout si l'on emploie des plaques très sensibles et des objectifs très lumineux. La figure 2 est la reproduction d'un cliché représentant une décharge oscillante. Pour la courbe de tension d'une bobine de self-induction, on dispose l'ondoscope en dérivation aux bornes de la bobine avec une très grande résistance liquide; mais, dans ce cas, il faut dépenser beaucoup d'énergie dans le circuit principal pour qu'il en passe une proportion suffisante dans le tube.

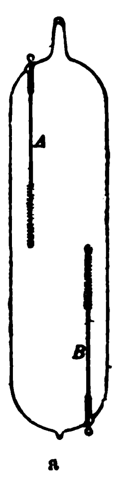


Fig. 1. Schéma d'un oscillographe à lueur négative ou ondoscope de Gehrcke.

Les tubes à lueur négative se construisent facilement : ceux de M. Thurneyssen, à Paris, ont leurs électrodes sur le prolongement l'une de l'autre; à Berlin, M. Ruhmer et la Maison Hans Boas se sont fait une spécialité de la fabrication de l'appareillage complet, tube à décharge, miroir tournant, circuit primaire et secondaire avec tous, leurs accessoires, condensés dans un même meuble.

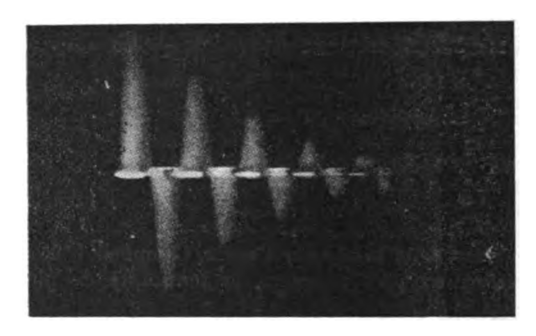


Fig. 2. — Photographie d'une décharge oscillante à l'aide de l'oscillographe à lueur négative.

Le montage de l'oscillographe sur un circuit à décharge oscillante est indiqué en figure 3. Le circuit primaire A comprend une bobine de self P_1 formée de trois bobines élémentaires, de chacune 9, 18 et 24 spires enroulées en une seule couche et que l'on combine en série comme on le désire; C_1 est une batterie de quatre bouteilles de Leyde de 10000 cm de capacité; F est l'éclateur (disques de zinc à bords arrondis). Dans le circuit secondaire B, nous trouvons : vis-à-vis de P_1 une bobine P_2, formée aussi de

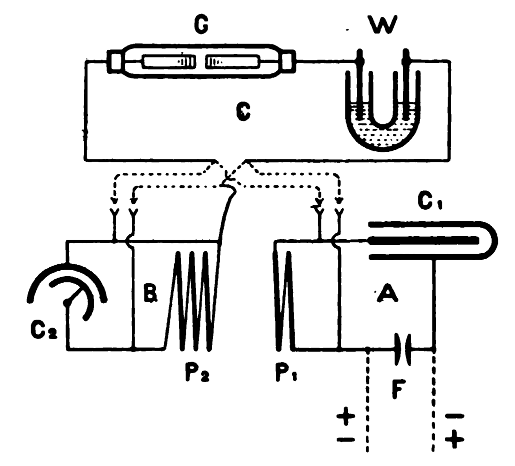


Fig. 3. — Schéma du montage d'un oscillographe à lueur négative sur un circuit à haute fréquence.

trois bobines élémentaires de chacune 16, 32 et 48 spires enroulées en deux couches; un condensateur tournant C_2 de 200 à 3200 cm de capacité. Le nombre de spires des trois bobines de P_2, est choisi de façon que le circuit B ait même période que le circuit A quand la moitié environ de la capacité C_2 est mise en circuit; il reste encore, dans un sens ou dans l'autre, une latitude suffisante pour réaliser la syntonie parfaite. On adopte toujours pour

---

[1] *Traité d'Électrotechnique* publié sous la direction de C. Heinke, t. II, *Mesures*, 4e partie, p. 94; *Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. II, n° 4, p. 404 (Communication de la Maison Hans Boas).

[2] Le tube de Braun pourrait remplir le même office, car dans l'un et l'autre appareil l'inertie de l'index lumineux est suffisamment faible pour que sa période propre ne vienne pas fausser les résultats, mais on est limité par la sensibilité des plaques photographiques que la tache fluorescente du tube de Braun ne peut plus impressionner. Celui-ci a d'ailleurs été utilisé par L. Mandelstam pour la démonstration objective des oscillations électriques dans les circuits de condensateurs simples ou couplés. (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie*, t. I, n° 1, p. 124.)

les spires de P_2 la combinaison des spires de P_1. Quand les circuits A et B ont été réglés à la même période, ils se trouvent en résonance et se prêtent alors à l'étude de tous les phénomènes que présentent les circuits couplés. Le tube à lueur G en série avec une résistance liquide variable W est réuni à un commutateur qui permet de le connecter sur A ou sur B. La gaine lumineuse s'observe dans un miroir faisant 7800 tours à la minute.

B. K.

PHOTOMÉTRIE.

La photométrie des lampes à incandescence et des lampes à arc [1].

La Commission d'éclairage du Verband Deutscher Elektrotechniker a définitivement adopté les prescriptions que nous reproduisons ci-dessous pour la photométrie des lampes à arc et à incandescence et pour la spécification de l'éclairement des voies publiques. Elle se propose de soumettre sa nouvelle rédaction à l'Assemblée annuelle de la Société pour 1911. Rappelons aussi que jusqu'ici l'usage avait prévalu de faire suivre le mot « lux » du mot « bougie-mètre » entre parenthèses; ce dernier mot sera remplacé par « luxhefner » également entre parenthèses.

INSTRUCTIONS POUR LA MESURE DE L'INTENSITÉ LUMINEUSE MOYENNE HORIZONTALE DES LAMPES A INCANDESCENCE. — Par intensité lumineuse d'une lampe à incandescence, il faut entendre, sauf spécifications spéciales, l'intensité moyenne dans un plan perpendiculaire à l'axe et mené par le milieu du corps éclairant. Comme le plus souvent l'axe est disposé verticalement pour la mesure, l'intensité ainsi définie représente l'intensité lumineuse moyenne horizontale de la lampe. On la détermine par rotation de la lampe installée, à cet effet, verticalement sur un dispositif tournant convenable, dont le nombre de tours est réglé de telle sorte que l'œil ne soit troublé par aucun papillottement pendant l'observation au photomètre et que le filament ne subisse aucune flexion dangereuse. Si celle-ci ne peut être évitée, il faudra recourir à une autre méthode, celle de Brodhun, par exemple, où la rotation de la lampe est remplacée par celle d'un miroir, ou bien encore faire des mesures photométriques dans un grand nombre de directions.

Les lampes de comparaison sont des lampes à incandescence étalonnées par la Reichsanstalt. Elles portent l'indication de la direction suivant laquelle elles ont été photométrées et cette direction doit coïncider avec l'axe du banc photométrique. On peut substituer aux lampes normales d'autres lampes sans défaut, surtout pour les opérations de longue durée, sous la condition que ces lampes auxiliaires soient au moment même comparées aux lampes étalons. Celles-ci doivent avoir préalablement brûlé au moins pendant 50 heures et fournir une lumière comparable à celle de la lampe à mesurer; cette prescription s'applique également aux lampes auxiliaires.

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXII, 20 avril 1911, p. 402-403.

L'éclairement de l'écran photométrique ne doit pas dépasser 30 lux, et cette obligation fixe par là même la longueur du banc. Pour des intensités allant jusqu'à 100 bougies hefner, un banc de 2,50 m de longueur suffit avec une lampe étalon de 10 à 25 bougies; il portera une division métrique et en bougies. Des écrans noircis empêcheront toute lumière étrangère de tomber sur l'écran photométrique, mais aucune partie de la lampe à mesurer ne sera cachée. On doit lire constamment la tension aux bornes de la lampe.

L'opération photométrique se fait par l'une des méthodes suivantes :

1° La lampe à mesurer x installée sur son appareil tournant et la lampe étalon n sont fixes et à écartement invariable. L'égalité d'éclairement des deux plages s'obtient par déplacement du photomètre P (*fig.* 1). On a alors d'après la figure

$$J_x = \frac{r_x^2}{r_n^2} J_n.$$

Fig. 1.

On suppose le photomètre parfaitement symétrique. Il est recommandé en général de placer les sources x et n aux extrémités du banc et d'employer une graduation en bougies établie d'après la loi du carré des distances et dont la division 1 coïncide avec le milieu de la distance séparant les deux sources.

Les divisions

$$\frac{1}{4},\quad \frac{1}{3},\quad \frac{1}{2},\quad 1,\quad 2,\quad 3,\quad 4,\quad \ldots$$

correspondent à des valeurs du rapport $\frac{r_x}{r_n}$ respectivement égales à

$$\frac{1}{2},\quad \frac{1}{\sqrt{3}},\quad \frac{1}{\sqrt{2}},\quad 1,\quad \sqrt{2},\quad \sqrt{3},\quad 2,\quad \ldots.$$

L'intensité cherchée est alors égale au produit de l'intensité de l'étalon par le nombre lu sur l'échelle des bougies.

2° Le photomètre A (*fig.* 2) est relié rigidement à une source auxiliaire B et l'on fait glisser le système sur le banc. En C se place le dispositif tournant qui reçoit successivement la lampe à mesurer, puis la lampe étalon. La distance entre A et B est réglable. Le banc photométrique porte encore une graduation en bougies dont la division 0 tombe en C et la division 1, à 1 m de C. La mesure résulte des deux réglages suivants (*a* et *b*) :

a. D'abord on donne à la source auxiliaire B sa tension normale; puis on installe en C, sans la faire tourner, la lampe étalon et on la règle. On amène le photomètre A sur la division 1 de l'échelle des bougies et, par une variation convenable de la distance AB, on établit l'égalité d'éclairement des deux plages; ce résultat obtenu, on relie

rigidement A et B. — *b*. A la lampe étalon on substitue, en C, la lampe à mesurer et on la règle; puis on procède à l'opération photométrique par déplacement de l'ensemble A et B. L'intensité cherchée est alors égale à celle de l'étalon employé dans le réglage *a* multipliée par le nombre lu sur l'échelle des bougies.

Montages. — Pour l'application des méthodes 1 et 2, on peut adopter les montages suivants :

Si l'on dispose d'une tension constante, on emploie le montage direct, c'est-à-dire chaque lampe a son circuit propre comprenant un rhéostat de réglage et un ampèremètre ; en outre, aux bornes de chaque lampe est branché un voltmètre.

Mais si la tension est variable, on accordera la préférence au montage différentiel schématisé en figure 2.

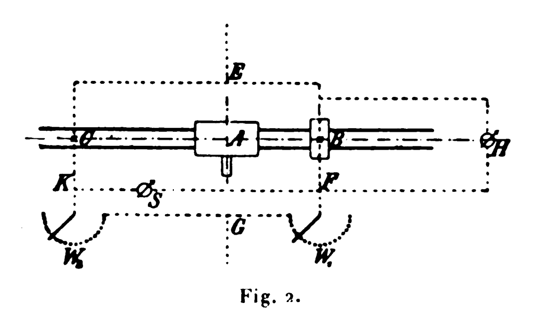


Fig. 2.

Dans ce cas, les tensions des lampes à comparer ne doivent pas trop s'écarter l'une de l'autre. Les dérivations EFG et EKG comprennent, d'une part, la lampe B avec son rhéostat de réglage W_1; d'autre part, la lampe C avec son rhéostat de réglage W_2. Sur le pont KF est intercalé un voltmètre S pour faibles tensions; de plus, aux bornes de B est connecté un voltmètre H permettant, avec le rhéostat W_1, de lui appliquer sa tension de régime; on ajuste de même à sa tension normale celle des lampes qui est placée en C en agissant sur le rhéostat W_2 jusqu'à ce que le voltmètre S indique une tension correspondant à la différence de tension existant entre C et B.

Instructions relatives a la photométrie des lampes a arc. — Avant de procéder à l'opération photométrique, on garnit les lampes de charbons de diamètre et de qualité convenables et dont la longueur corresponde à peu près à la moitié de son fonctionnement normal; on allume et on laisse brûler 1 heure. On effectue ensuite les mesures sans rien déranger à l'état d'équilibre ainsi réalisé soit par l'enlèvement des globes, soit par toute autre manœuvre.

On doit maintenir constamment l'intensité moyenne du courant à la valeur spécifiée pour son régime normal. Pour les arcs à courant alternatif, on se rapproche le plus possible des conditions ordinaires de fonctionnement.

L'intensité moyenne hémisphérique I_ϖ se détermine à l'aide d'un photomètre intégrateur (le photomètre sphérique de Ulbricht, par exemple) ou se déduit de la courbe photométrique.

Quand on emploie l'intégrateur, il est nécessaire de multiplier les mesures qui sont répétées à des intervalles égaux pour se rapprocher le plus possible de l'intensité moyenne vraie.

Quant à la courbe polaire moyenne qui donne I_ϖ, elle se détermine en mesurant simultanément l'intensité dans deux azimuts opposés à des intervalles aussi égaux que possible de façon à construire par points le solide photométrique correspondant au rayonnement dans l'hémisphère inférieur; les déplacements se font de 10° en 10°, aussi bien pour les rayons horizontaux qui pour ceux inclinés sur l'horizon. Cette détermination par points de I_ϖ exige, par conséquent, au moins $9 \times 36 + 1$ mesures. Le mieux est d'opérer de la manière suivante : pour chaque direction on fait tourner la lampe d'un tour complet sur lequel on relève au moins 36 points. Les inclinaisons se comptent à partir de la verticale. Quand on emploie l'intégrateur sphérique d'Ulbricht, le plan horizontal délimitant l'hémisphère intérieur passe par le centre de gravité lumineux de la lampe ([1]). La sphère doit avoir un diamètre d'au moins 1,50 m.

Règles pour la spécification de l'éclairement. — Pour définir pratiquement l'éclairement d'une voie publique ou d'un appartement, on considérera l'éclairement moyen horizontal mesuré à 1 m au-dessus du sol. En outre on indiquera chaque fois l'éclairement horizontal maximum et minimum de toute la surface à éclairer. L'irrégularité d'éclairement est alors déterminée par le rapport de l'éclairement horizontal maximum à l'éclairement horizontal minimum. La consommation spécifique d'un éclairement (exprimée en watts dans le cas de l'éclairage électrique) est la consommation correspondant à un éclairement horizontal moyen de 1 lux par mètre carré de la surface à éclairer ([2]).

B. K.

([1]) Ce centre de gravité se détermine de la manière suivante. Soit r_1 la distance comptée à partir de la verticale passant par le foyer lumineux et à laquelle on désire effectuer les mesures photométriques; on dispose alors horizontalement à la distance $r_2 = r_1\sqrt{3}$ un écran à tache d'huile qu'on déplace en hauteur jusqu'à disparition de la tache. Le plan de l'écran prolongé délimite l'hémisphère inférieur. Ulbricht a donné de son photomètre une théorie complète dans divers articles de l'*Elektrotechnische Zeitschrift* : 1905, p. 515; 1906, p. 50; 1907, p. 777; il a fait également l'objet des travaux de : Bloch, 1905, p. 1047; M. Corsepius, 1906, p. 468; B. Monasch, 1906, p. 669.

([2]) Ces définitions ont déjà reçu la sanction de la pratique, comme le lecteur peut s'en rendre compte en se reportant aux articles publiés dans *La Revue électrique* du 15 février 1910, p. 82 et 102. M. Monasch avait proposé l'adoption d'un coefficient d'irrégularité caractérisé par le rapport

$$\frac{\text{Eclairement maximum} - \text{Eclairement minimum}}{\text{Eclairement moyen}}.$$



VARIÉTÉS.

MATÉRIAUX ISOLANTS.

Essais à haute tension sur les matériaux isolants (¹).

Les essais de ce genre ne permettent pas encore d'atteindre une grande exactitude. L'auteur donne ici les résultats de son expérience; les essais qu'il considère sont les suivants :

1° Rigidité diélectrique et tension d'amorçage d'arc;
2° Perte en watts ou hystérésis diélectrique;
3° Capacité spécifique.

MATÉRIEL D'ESSAIS.

Quatre éléments principaux sont à considérer :
1° Alternateur;
2° Transformateur à haute tension;
3° Appareils de réglage et de manœuvre;
4° Appareils de mesure.

Puissance nécessaire. — Il est nécessaire et suffisant que la forme d'onde et la tension normales soient maintenues, jusqu'à ce que l'échantillon en essai ait complètement claqué et qu'il se soit formé un arc dynamique (c'est-à-dire persistant).

Les derniers instants d'un essai peuvent être accompagnés d'oscillations de haute fréquence qui engendrent parfois un arc momentané (flash-over) sans donner lieu à un arc persistant. Ces oscillations ont peu d'influence sur la tension de fréquence normale, jusqu'à ce qu'éclate un arc momentané, qui peut être accompagné d'une subite chute de tension suffisante pour empêcher la formation d'un arc continu. C'est à ce moment que l'influence de la puissance disponible devient importante; cette puissance doit être suffisante pour fournir le petit courant de capacité et de perte et l'énergie absorbée par l'hystérésis diélectrique, avec l'auto-régulation la plus approchée possible et le minimum de déformation de l'onde.

Pour tous les essais considérés ici, la puissance et le courant exigés sont ordinairement très faibles, quoique le facteur de puissance soit parfois très bas. Il est donc facile de s'assurer une capacité en volts-ampères beaucoup plus grande que celle qui sera normalement nécessaire, et l'on obtiendra par là une auto-régulation très approchée et un minimum de déformation de l'onde.

Alternateur. — Les machines ordinaires à pôles tournants ne conviennent pas, parce qu'aux faibles charges très déwattées elles donnent naissance à des harmoniques de grande amplitude. De plus l'impédance de l'induit est élevée, de sorte qu'il ne peut pas débiter une grande puissance à l'instant du court-circuit.

Un petit alternateur, pouvant maintenir l'onde de tension normale pendant quelques périodes au moment critique de la rupture, donnera évidemment à peu près les mêmes résultats qu'un grand réseau, où une impédance considérable s'intercale entre l'alternateur et le point de rupture. On obtient d'excellents résultats avec les alternateurs à induit lisse du vieux modèle Thomson-Houston. La forme d'onde de ces machines est une sinusoïde presque parfaite; leur défaut principal est une mauvaise régulation. Elles sont en somme très satisfaisantes et l'auteur les a employées dans la plupart de ses essais.

Transformateur. — On a souvent spécifié un certain minimum de puissance en kilowatts pour le transformateur, sous une tension donnée, sans considérer les autres caractéristiques de l'appareil. Mais une telle spécification est indéterminée. Ce n'est pas la puissance nominale qui détermine l'énergie dans le circuit de décharge, mais l'autorégulation, particulièrement telle qu'elle est exprimée par la tension d'impédance, qui doit ainsi être prise en considération. Dans les essais étudiés ici, on est toujours dans les conditions soit d'une faible charge, soit d'un court-circuit franc, excepté pendant l'instant qui précède immédiatement le claquage. La réactance a donc une grande importance.

Il faut donc, dans la spécification du transformateur, mentionner la puissance nominale en kilowatts et les tensions de résistance ohmique et de réactance à pleine charge. Il n'est d'ailleurs pas difficile d'obtenir une grande capacité en kilowatts en même temps qu'une bonne auto-régulation. Les meilleurs transformateurs pour essais à haute tension sont caractérisés par des noyaux de très forte section, peu de spires dans l'enroulement et un isolement renforcé aux spires d'extrémité.

Dans un transformateur dont l'enroulement à haute tension se compose de 20000 spires, on a trouvé suffisant d'isoler, à chaque extrémité, 100 spires de façon à leur permettre de supporter 1000 à 2000 fois la tension normale entre spires, et de renforcer l'isolement entre les galettes extrêmes et le reste de l'enroulement. En outre, il est bon de relier à chaque arrivée, extérieurement au transformateur, une bobine de self sans fer.

Il y a grand intérêt à mettre à la terre, d'une façon permanente, le point milieu de l'enroulement à haute tension du transformateur; on diminue ainsi de moitié la tension disruptive et des trois quarts environ l'isolation nécessaire.

Voici les caractéristiques d'un des transformateurs utilisés pour ces recherches (100 kw, 60 p : s, 2000 à 200000 volts):

Volts par spire	10
Tension d'impédance	7 pour 100
Tension de resistance	1 pour 100
Chute de tension en charge ($\cos\varphi = 1$)	1,25 pour 100
Hauteur du bac	1m,32
Diamètre du bac	1m,12

(¹) A. B. Hendricks, Communication présentée le 14-16 février à l'American Institute of Electrical Engineers (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXX, février 1911, p. 295-341).



Le point neutre de l'enroulement à haute tension est mis à la terre.

Appareils de réglage. — On doit pouvoir faire varier la tension sur une grande étendue sans ruptures ni changements brusques. Le mieux pour cela est d'employer un rhéostat de champ sur l'alternateur. Ce rhéostat doit faire varier la tension de l'alternateur d'une façon continue ou par très petits échelons, et l'alternateur doit toujours fonctionner sous une excitation aussi près de la normale que possible, pour que l'auto-régulation soit bonne et la forme d'onde régulière.

Ou le bobinage de l'alternateur ou l'enroulement à basse tension du transformateur doivent être formés de quatre circuits en parallèle. Les connexions nécessaires entre ces quatre enroulements se feront de préférence au moyen d'un combinateur du type de traction.

On n'a rien à gagner à monter en série plusieurs transformateurs de tension relativement basse, chaque appareil devant être isolé pour la tension due à sa position dans la série. Il existe d'ailleurs maintenant des transformateurs pouvant donner 500000 volts et davantage.

Appareils de mesure. — *Mesure de la tension.* — Pour certaines mesures spéciales, l'éclateur est le seul dispositif qu'on puisse employer. Il peut néanmoins être la source d'erreurs et d'ennuis.

Les principales causes d'erreurs dans les essais d'éclateurs sont les suivantes :

Variation de la forme d'onde;

Ondes de tension momentanées;

Accroissement de la charge statique dans le circuit [1];

Ionisation de l'air.

Les principaux arguments en faveur de l'éclateur sont, d'une part, qu'il mesure la tension maxima, et, d'autre part, que dans bien des cas on ne dispose d'aucune méthode meilleure. Mais, pour des essais de laboratoire, il est facile d'obtenir un alternateur donnant une tension sinusoïdale et un transformateur d'une bonne auto-régulation, ce qui fait qu'on n'a plus besoin de l'éclateur.

L'auteur propose, pour la mesure de la tension, la méthode suivante : une bobine de quelques spires est placée symétriquement au milieu de l'enroulement à haute tension et est reliée à son point neutre; les deux bouts de cette bobine sont reliés aux bornes d'un voltmètre. Si le rapport du nombre des spires de l'enroulement à haute tension et de la bobine voltmétrique est par exemple de 50000 à 100, on aura 1 volt pour 500 volts. L'exactitude de cette méthode est très grande. Quoique la bobine voltmétrique soit concentrée au milieu de l'enroulement à haute tension, elle embrasse presque exactement le même flux que cet enroulement; les indications du voltmètre sont donc presque indépendantes de la réactance du transformateur et des variations ordinaires de la charge et du facteur de puissance.

Mesure de la perte en énergie ou de l'hystérésis diélectrique. — Plus les différences de potentiel deviennent grandes, plus l'hystérésis diélectrique devient un facteur important de l'établissement des appareils à haute tension. Sa détermination est toujours difficile. La meilleure méthode est celle-ci, qu'a suggérée le Dr Steinmetz. Dans l'enroulement à haute tension d'un transformateur, de préférence au point neutre mis à la terre, on intercale directement la bobine série d'un wattmètre, l'enroulement du transformateur étant coupé dans ce but et les deux extrémités de la coupure amenées hors de l'appareil. La bobine de tension du wattmètre peut être branchée sur quelques spires de l'enroulement à haute tension, près du point neutre, ou de préférence sur la bobine voltmétrique. On emploiera, pour des pertes assez grandes, des appareils industriels pour puissances faibles et, pour des pertes faibles, des dynamomètres à miroir.

Capacité spécifique. — Cette détermination se fait facilement au moyen d'un électrodynamomètre à miroir intercalé directement dans le circuit à haute tension au point neutre mis à la terre, et en mesurant le courant sinusoïdal, à la fréquence normale. Il n'y a pas lieu de chercher une grande exactitude, les constantes des matériaux étant très variables.

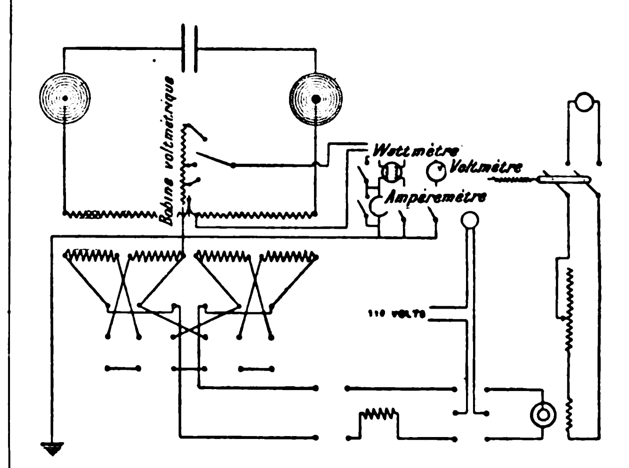


Fig. 1. — Schéma du dispositif pour essais complets des matériaux isolants.

Le dispositif complet pour les mesures de rigidité diélectrique, de tension d'amorçage de l'arc, de perte énergétique et de capacité spécifique est représenté dans la figure 1. On y voit les éléments suivants :

1° Excitatrice.

2° Interrupteur du circuit d'excitation, tenu normalement ouvert au moyen d'un ressort, par mesure de sécurité.

3° Rhéostat de champ de l'alternateur; on doit l'actionner de préférence par un moteur, pour avoir une variation uniforme de la haute tension.

4° Interrupteur principal, avec contact auxiliaire

[1] On a observé dans des essais à haute tension que la charge électrostatique paraît croître avec le temps, à tension et fréquence constantes, et qu'à intervalles irréguliers on atteint un point critique, où se produisent une étincelle de rupture et des décharges à haute fréquence à l'éclateur, ou à un point faible de la pièce en essai. Ce fait peut se produire sans qu'un courant watté s'ensuive, et la longueur de l'intervalle d'éclatement n'est pas alors une mesure de la tension de fréquence normale.

pour allumer une lampe rouge comme signal de danger.

5° Disjoncteur automatique.

6° Combinateur série-parallèle sur le côté à basse tension du transformateur.

7° Enroulement à basse tension du transformateur, formé de quatre bobines mises à la terre.

8° Enroulement à haute tension du transformateur. Au milieu est la coupure où s'intercalent l'ampèremètre et le wattmètre. Sur cette coupure, aussi près du transformateur que possible, est branché un dispositif qui la met en court-circuit au cas où on l'aurait laissée ouverte. Ce sont deux ressorts plats serrant entre eux une feuille de papier mince, qui se perce à environ 500 volts.

9° Bobine voltmétrique munie de prises de courant pour donner diverses sensibilités et commutateur de voltmètre.

10° Bobines de self et électrodes.

11° Voltmètre, ampèremètre et wattmètre.

MÉTHODES D'ESSAI.

CONDITIONS DE L'ESSAI. — Pour obtenir des résultats exacts et bien déterminés, il faut connaître les conditions de l'essai jusque dans leurs plus petits détails. L'histoire antérieure de l'échantillon essayé, son état exact, sa forme, ses dimensions, la forme et l'intensité du champ électrostatique, la température, la durée, la fréquence, la nature du milieu (air ou huile) peuvent avoir une grande influence sur les résultats.

La présence de l'eau étant la plus grande cause de variation des qualités d'isolement, tous les matériaux qui peuvent en absorber doivent être, avant l'essai, parfaitement séchés et rendus imperméables. Le meilleur moyen pour déshydrater les liquides consiste à les filtrer sous pression à travers du papier buvard sec.

Il faut adopter des essais types, dans lesquels chaque détail est bien déterminé, y compris les appareils d'essai.

TEMPÉRATURE.— Les appareils à haute tension peuvent être soumis à des températures de — 25° à + 125°; la limite inférieure sera atteinte dans le cas d'interrupteurs à huile et appareils semblables dégageant peu de chaleur et installés en plein air, et la limite supérieure dans le cas des alternateurs conduits par turbines à vapeur et des transformateurs fonctionnant en surcharge dans des usines génératrices où la température est élevée. Ce sont les conditions extrêmes et, pour représenter la pratique courante, il faudra faire des essais aux trois températures suivantes :

25° (température normale à l'intérieur des bâtiments);

65° (échauffement normal de 40°);

100° (limite supérieure pour les transformateurs et les turbo-alternateurs).

DURÉE. — Les résultats dépendent beaucoup de la durée d'application de la tension dans tous les matériaux qui donnent lieu à une perte d'énergie et par conséquent à de l'échauffement. Cette perte peut être due à l'hystérésis diélectrique comme dans les composés organiques solides, à la conduction comme dans les matériaux contenant des traces d'humidité, et, dans le cas le plus général, à ces deux causes.

Pour avoir une base de comparaison, l'auteur a employé et recommande les méthodes suivantes :

Essais instantanés. — On applique la tension en commençant par une valeur faible, au plus la moitié de la tension de rupture, et on l'élève lentement jusqu'à ce que la rupture se produise. La durée totale varie un peu, mais elle doit être telle qu'on ait le temps de lire les valeurs de la tension à 1 pour 100 près de la tension finale. Cette méthode convient surtout à l'huile de transformateurs et aux isolants en feuilles minces. Les effets d'échauffement y sont négligeables.

Essais d'une minute. — C'est la méthode qu'on doit employer pour la plupart des essais. On applique, comme précédemment, une faible tension; on la maintient constante pendant une minute, puis on l'accroît lentement d'un faible pourcentage, on la maintient encore constante pendant une minute, et ainsi de suite jusqu'à ce que la rupture se produise. L'échauffement peut être considérable.

La tension initiale doit être environ 75 pour 100 de la tension de rupture, et les accroissements d'environ 5 pour 100 chacun. On cherchera à faire durer l'essai de 3 à 5 minutes.

Essais de durée. — Ayant commencé par l'essai instantané, on fait des essais successifs à des tensions décroissantes, chacune étant maintenue constante jusqu'à ce que la rupture se produise, et l'on continue à relever la courbe jusqu'à ce que la tension approche d'une valeur constante. L'échauffement peut être très marqué et avoir une influence importante sur les résultats.

Essai d'amorçage de l'arc. — Les résultats seront peu affectés par la durée de l'essai. On fera les expériences à peu près comme dans l'essai d'une minute; on maintiendra chaque tension jusqu'à ce que les effets deviennent sensiblement constants, l'accroissement final de tension étant très progressif.

Essai à la perte d'énergie. — La durée d'application de la tension affecte la perte d'énergie, surtout par son influence sur la température de la pièce essayée. Il sera donc nécessaire d'étudier les variations de la perte d'énergie en fonction du temps et de la température, entre les limites de 25° et 100° C.

Essai de la capacité spécifique. — Les remarques du paragraphe précédent s'appliquent aussi à cet essai.

FRÉQUENCE.— L'intervalle des fréquences industrielles, 25 à 60 p : s, est trop restreint pour avoir une grande influence sur les essais.

Les essais de rigidité diélectrique se feront à la fréquence 60; on sera ainsi dans le cas le plus défavorable. Pour la détermination exacte de l'hystérésis diélectrique et de la tension d'amorçage de l'arc, on emploiera la fréquence normale, et pour les essais de capacité spécifique, une fréquence de 60 à 120 périodes.

MATÉRIAUX A ESSAYER.

Les matériaux à essayer se présentent sous l'une des formes suivantes : 1° feuilles minces ou plaques, 2° tubes, 3° liquides.

Feuilles minces. — On emploie généralement comme



électrodes des disques de différents diamètres, à bords de section rectangulaire ou arrondie. L'essai se fait le plus commodément dans l'air.

Plaques. — Un appareil que décrit l'auteur permet l'essai de toutes sortes d'échantillons, dans l'air ou dans l'huile, à froid ou à chaud, et aussi l'essai de l'huile elle-même, jusqu'à 200 000 volts. Les électrodes employées sont généralement des disques à bords de section rectangulaire, mais avec angles adoucis.

Tubes. — On doit généralement essayer les tubes isolants dans l'huile, entre un conducteur central et une enveloppe extérieure en papier de plomb. On peut commodément éprouver par le même moyen le papier, la toile vernie, le ruban imprégné, en formant avec ces matériaux une enveloppe de l'épaisseur voulue autour de tiges rondes ou de tubes.

Les résultats dépendront évidemment du rapport du diamètre extérieur de l'isolant à son diamètre intérieur; le rapport qui donne la plus grande rigidité diélectrique pour un diamètre extérieur donné est théoriquement $e = 2,718$.

Liquides. — L'huile à transformateurs est de beaucoup le liquide le plus important à essayer. Le dispositif est formé d'un récipient isolant de faible capacité, muni d'électrodes convenables. Les électrodes sont des sphères, des disques ou une sphère et un disque. Leur distance est réglable, mais on adopte généralement pour les essais une distance fixe de 0,59 ou 0,78 mm. A ces dispositifs l'auteur en préfère un autre imaginé par lui et qui est formé d'un tube et d'un disque concentrique.

On ne peut pas atteindre une grande exactitude dans les essais d'huile, la pureté de cette huile étant très différente dans les diverses parties du même échantillon ou du même récipient. On a souvent des variations de 50 pour 100 dans des essais successifs sur le même échantillon.

On a proposé l'emploi d'une petite bobine d'induction à la place du transformateur.

On a aussi essayé de mesurer la résistance d'isolement, mais sa valeur extrêmement grande rend cet essai impraticable. De plus elle varie beaucoup avec la température et il ne paraît pas y avoir de rapport étroit entre la résistance d'isolement et la rigidité diélectrique.

CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX ISOLANTS.

On peut les diviser en trois classes : liquides, mi-fluides et solides.

Isolants liquides. — Fessenden dit : « Tous les fluides qui ne sont pas des corps simples, comme le mercure, ont une très grande résistance ohmique, et tous ont à peu près la même rigidité diélectrique. » Ceci concorde avec les résultats obtenus par l'auteur. De très faibles traces d'eau, comme il en existe généralement, ont une bien plus grande influence que les différences de *nature* des liquides essayés.

Isolants mi-fluides. — On peut comprendre dans cette classe la vaseline, les mélanges d'huiles à transformateurs avec l'asphalte, etc. Le vernis partiellement séché peut exister à l'état mi-fluide à l'intérieur des appareils terminés. En général, on trouve que la rigidité diélectrique des isolants mi-fluides est moindre que celle de la même matière à l'état solide, mais qu'elle n'est pas affectée par un échauffement de 20° à 85° C.

Isolants solides. — Parmi ceux-ci, les différences sont plus grandes que parmi les isolants fluides ou mi-fluides. Ils ont aussi une rigidité diélectrique, une hystérésis diélectrique et une capacité spécifique beaucoup plus grandes.

Les différences de propriétés qu'on rencontre ne sont pas dues seulement à la différence de nature des matériaux employés, mais aussi à la différence des épaisseurs d'une même matière. Ainsi pour le carton, qui se fait en toutes épaisseurs depuis 0,177 mm jusqu'à 3,17 mm, les feuilles plus minces sont bien plus denses, plus dures et d'une texture plus soignée que les feuilles plus épaisses, et les variations de rigidité diélectrique avec les différentes épaisseurs peuvent être aussi grandes qu'entre des matériaux entièrement différents.

Les meilleurs isolants ont généralement une structure finement feuilletée. On le voit dans le mica, le carton et dans tous les isolements formés de couches superposées de toile, de ruban, de papier, etc.

L'avantage de la structure feuilletée peut s'expliquer en partie comme suit :

1° Les points faibles ne s'étendent pas dans toute l'épaisseur.

2° La matière étant de structure discontinue, il y a moins de danger qu'une rupture dans une partie s'étende à une autre partie.

3° Si l'isolant est immergé dans l'huile, elle peut remplir ses interstices, ce qui augmente la rigidité diélectrique.

4° Les matériaux minces sont généralement supérieurs aux matériaux épais en ce qui concerne la résistance mécanique et la rigidité diélectrique.

Mécanisme de la rupture des diélectriques par les hautes tensions. — Dans le cas le plus général, il est probable que les phénomènes suivants se produisent :

1° Tension moléculaire dans le diélectrique, correspondant au courant de déplacement ou de capacité;

2° Echauffement consécutif par hystérésis diélectrique;

3° Conduction due aux impuretés conductrices ;

4° Conduction par ionisation.

L'importance de chacun de ces phénomènes varie suivant la nature du diélectrique.

Dans les isolants solides, l'hystérésis a beaucoup d'influence et la rupture peut être due entièrement à la carbonisation produite par la chaleur qu'engendre la tension alternative. La rigidité diélectrique de beaucoup des meilleurs isolants se trouve réduite de 50 pour 100 par un accroissement de température de 25° à 100° C.

L'auteur reproduit à la fin de son article un certain nombre de courbes indiquant les résultats d'essais de rupture effectués sur des huiles et des cartons.

P. L.

Causes de la perforation des isolants des enroulements dans les machines à haute tension.

D'après les recherches de Fleming et R. Johnson, ces perforations doivent être attribuées à des actions chimiques, surtout quand les enroulements se trouvent



confinés dans des enceintes n'ayant aucune communication avec l'air libre et que la tension est suffisamment élevée pour qu'il se produise des décharges. Des étincelles se manifestent déjà pour une différence de potentiel de 3500 volts entre l'enroulement et la masse.

L'attaque de l'isolant se fait d'abord par la surface extérieure; puis elle se propage dans toute la machine. Les décharges donnent naissance à différents gaz : ozone, oxyde azotique, acides azoteux et azotique, qui détruisent les matières fibreuses. Les huiles, particulièrement l'huile de lin, et les résines qui constituent les vernis isolants sont décomposées en donnant naissance à des acides organiques; l'asphalte est faiblement attaqué et le mica résiste complètement, mais l'agglutinant qui sert à coller les feuilles subit une détérioration. La présence d'acide azotique active la destruction qui est encore plus rapide s'il existe en même temps des acides organiques; il provoque, dans les enroulements insuffisamment desséchés, des courts-circuits d'où résultent les perforations. Par une bonne ventilation de toutes les parties de la machine, on peut empêcher les réactions chimiques de se produire. Comme conclusion de ces recherches, les auteurs conseillent de ne pas admettre pour les enroulements une tension supérieure à 35 volts par 0,024 mm d'épaisseur d'isolant dans les encoches. Pour des tensions supérieures, il faut enfermer l'enroulement dans des tubes de mica et couler de l'asphalte dans les encoches. B. K.

POTEAUX.

La conservation des poteaux en bois.

Nous compléterons les renseignements donnés sur ce sujet dans des articles antérieurs (1) en résumant les rapports présentés à la deuxième Conférence internationale des Techniciens des Administrations des Télégraphes et des Téléphones.

La communication de R. Nowotny, ingénieur des Télégraphes à Vienne, résume tous les essais tentés par son Administration, avec le créosotage limité d'après le procédé Rütgers, avec des dissolutions de fluorhydrate de fluorure de zinc, de chlorure de zinc et florure de sodium, etc., procédés sur lesquels nous avons donné déjà d'amples détails, mais d'application trop récente pour en tirer des conclusions. Cet ingénieur préconise, en outre, l'emploi de l'hydrogarantol pour imprégner le pied des poteaux déjà injectés au sulfate de cuivre. D'après M. E. Massin, ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes à Paris, l'Administration française s'en tient à la sulfatation suivant le procédé Boucherie; mais ce mode de préservation est insuffisant pour la tête des poteaux qui est alors taillée en pointe et recouverte d'une couche de peinture au blanc de zinc renouvelée de temps en temps. Lorsque le sol est septique ou mycelé, la partie des appuis enterrée est passée à l'injectol, hydrocarbure à peu près analogue au carbolineum et qui pénètre toutes les fibres du bois et leur permet de résister plus efficacement. L'imbibition se fait à la température de 90° C. dans les dépôts mêmes. Des appuis préparés par le procédé Rüping sont à l'essai, mais depuis trop peu de temps pour juger de son efficacité; tout au moins a-t-on constaté que le suintement n'était pas complètement évité. Pour l'année 1908, l'Administration française a planté 260000 poteaux. Ce chiffre, comparé à celui de 50000 qu'indique F.-L. Henley, ingénieur des Téléphones à Londres, pour les besoins du Post-Office, semble énorme, mais s'explique par ce fait qu'en Angleterre, une grande partie du réseau télégraphique est constituée par des câbles et que, de plus, on y emploie exclusivement des poteaux créosotés, sauf dans certains cas très particuliers pour lesquels on a recours à des poteaux métalliques ou préparés au chlorure de zinc. La destruction des poteaux créosotés commence généralement par le cœur, sans qu'on remarque extérieurement aucune trace de pourriture. Pour sonder les sujets suspects, on emploie une mèche et l'on bouche le trou formé avec de la créosote si cette vérification n'a rien révélé d'anormal. En comparant des sections découpées dans des poteaux créosotés d'un certain âge, on a reconnu que le pied conservait un tiers de la quantité initiale de créosote injectée, mais que le milieu et la tête en retenaient à peine un septième. Le résidu trouvé ne renferme plus que des composés fondant au-dessus de 300° C. (acridine, anthracène, etc.), tandis que tous les phénols ainsi que la naphtaline se sont dissipés. Des essais comparatifs de flexion plane effectués sur des poteaux anciennement ou récemment créosotés ou sur des poteaux non créosotés ont tous donné d'excellents résultats.

L'ingénieur Haltenberg, représentant de la Hongrie, a décrit, dans son rapport, un procédé économique de créosotage bien supérieur à ceux de Rütgers et Rüpin, puisqu'il permettrait de traiter également le pin maritime et le sapin réfractaires jusqu'ici à cette méthode d'imprégnation. L'Administration hongroise l'applique aujourd'hui, sur une grande échelle, dans ses dépôts de bois de Püspökladany. Il consiste à piquer préalablement le pied du poteau, sur une longueur de 2 m, à l'aide d'aiguilles montées sur une machine spéciale. Grâce à cette porosité artificielle, le bois devient plus perméable à l'huile de créosote qui se répartit régulièrement dans toute la masse. L'expérience a montré qu'une bille de 8 m de longueur exige ainsi 18 kg de créosote (soit 90 kg par mètre cube de bois) dont 9 kg (soit 180 kg par mètre cube de bois) sont absorbés par le pied; ceci correspond à une imprégnation deux fois plus riche que celle obtenue par le procédé Rütgers et 3 fois plus riche que celle obtenue par le procédé Rüping pour la partie du poteau qui est la plus exposée à la pourriture. La résistance mécanique n'est en rien diminuée par le travail des aiguilles.

D'après la statistique de A.-E.-R. Collette, ingénieur en chef des Pays-Bas, la durée des poteaux créosotés serait de 20 ans 6 mois; celle des poteaux sulfatés, de 15 ans; celle des poteaux kyanisés, de 13 ans 7 mois; celle des poteaux chlorurés, de 11 ans 9 mois. Ces chiffres expliquent la préférence donnée au sulfatage si l'on songe aux inconvénients bien connus des poteaux créosotés. En France, la durée moyenne des poteaux

(1) *La Revue électrique*, 10 février et 10 mars, p. 143 et 247.

sulfatés serait de 15 ans; en Allemagne, de 14,5 ans; pour l'Autriche, 12 ans seulement. Pour ce dernier pays, R. Nowotny a établi une statistique par province que nous récapitulons ci-dessous :

Provinces.	Durée moyenne des poteaux sulfatés en années.
Brünn	11,4
Czernowitz	15,8
Graz	12,8
Lemberg	14,3
Linz	8,9
Prague	12,3
Trieste	14,5
Vienne	9,3
Dalmatie	21,9

Il ressort de là qui si certaines régions peuvent se contenter d'une imbibition au sulfate de cuivre, d'autres, au contraire, exigent des moyens de préservation plus énergiques. On a constaté encore que certains sujets avaient fourni un service de 40 années, soit plus que deux fois la durée moyenne.

M. Ritter, ingénieur à Stuttgard, a fait l'étude d'un des socles en béton armé pour poteaux en bois imaginé dans ces dernières années, celui de la maison Schwenk d'Ulm. Ces socles sont à utiliser soit dans des terrains particulièrement nocifs, soit pour prolonger la durée d'un poteau pourri à la base qu'on veut recouper et installer sur un socle sans risquer de troubler les communications; 540 socles sont en service dans le royaume de Wurtemberg, leur plantation s'est faite sans difficultés et ils résistent fort bien aux ouragans, aux neiges et aux verglas.

Conclusions. — De toutes les substances dont on s'est servi pour imprégner les poteaux, la créosote est incontestablement la plus efficace, mais, d'une part, le procédé Bethell est dispendieux et, d'autre part, la volatilité de la créosote et les suintements constatés sur les appuis rendent son emploi peu pratique, surtout dans les pays chauds.

Le créosotage restreint essayé en Autriche et le procédé Rüping remédient en partie à ces inconvénients, mais ce sont seulement les poteaux en pin sylvestre qui peuvent être traités avec succès par ces procédés.

Dans les terrains autres que les terrains septiques ou mycelés, le sulfate de cuivre et le bichlorure de mercure peuvent donner satisfaction; mais dans ces derniers terrains, le sulfate de cuivre tout au moins est insuffisant.

Faut-il recourir à d'autres antiseptiques, à des composés de fluor, par exemple, comme on l'essaie en Autriche, ou se borner à une protection supplémentaire en passant à l'hydrogarantol, à l'injectol, etc., les pieds des appuis, c'est ce que les essais en cours apprendront.

Quant aux socles en béton armé, leur emploi semble devoir être limité à des cas particuliers. B. K.

Système Knapen pour la préservation des poteaux en bois.

La figure 1 montre comment la pourriture attaque les poteaux au voisinage du sol et la figure 2 représente le dispositif préservateur qui se compose de trois partie distinctes :

1° Un manchon cylindrique en ciment armé *a* de 6 mm d'épaisseur et 60 cm de hauteur, laissant entre sa surface interne et la surface externe du poteau un

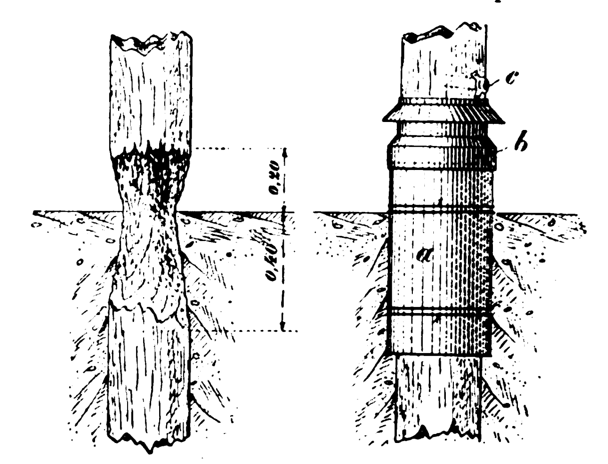


Fig. 1 et 2. — Dispositif Knapen.

intervalle de 10 mm destiné à être rempli par une substance imputrescible, réfractaire à l'humidité et mauvaise conductrice de la chaleur (asbeste, coton minéral, etc.);

2° Un chapeau de recouvrement *b*, muni d'un rebord rejetant les eaux de pluie en dehors du manchon;

3° Un drain *c* de 25 à 30 mm, pénétrant jusqu'au centre du poteau et placé un peu obliquement immédiatement au-dessus du rebord du chapeau *b*. Le trou est percé avec une tarière, puis agrandi au diamètre voulu au moyen d'un mandrin chauffé au rouge.

Avant de le fixer, il est bon d'enduire la partie correspondante du poteau avec du goudron épais pour empêcher le passage de l'eau entre le bois et le métal.

Comme les poteaux sont généralement mis hors de service par la pourriture du bois dans le voisinage du sol, ce dispositif permet d'obtenir une plus longue durée des poteaux.

HUILES DE GRAISSAGE.

Sur le réemploi des huiles de lubrification usagées.

Tant qu'on fit usage d'huiles grasses végétales ou animales pour le graissage des paliers ou des cylindres, on ne pouvait guère songer à réutiliser ces huiles après purification, car ces huiles subissent une oxydation profonde qui en modifie complètement la nature et les propriétés. Tout ce qu'il était possible de faire en vue de réduire les dépenses de graissage était la réutilisation des chiffons servant à l'essuyage des machines : on traitait ces chiffons par le sulfure de carbone qui dissolvait l'huile et donnait des chiffons propres; la solution grasse était évaporée pour récupérer le sulfure de carbone, et le résidu de la distillation était généralement soumis à la saponification pour la fabrication du savon.



Lorsque la lubrification s'effectue avec des huiles minérales, comme c'est aujourd'hui le cas le plus général, il est non seulement possible de nettoyer les chiffons par des procédés plus simples ([1]), moins coûteux et moins dangereux que le traitement par le sulfure de carbone, mais il est encore possible de se servir à nouveau pour la lubrification des huiles usagées, après une épuration physique éliminant l'eau ou les parcelles de limailles métalliques qu'elles renferment. Les huiles minérales, mélanges de carbures d'hydrogène non oxydables aux températures d'emploi, ne subissent pas d'altération chimique importante par l'usage; elles deviennent toutefois un peu plus denses et plus visqueuses par suite de l'évaporation des carbures les plus légers et les plus volatils.

Cette modification des propriétés physiques pourrait cependant avoir une influence sur les qualités de l'huile usagée, au point de vue de la lubrification. L'extension prise aujourd'hui par le réemploi des huiles de graissage est déjà une preuve que ces qualités ne doivent pas être sensiblement altérées. Pour en avoir une preuve plus certaine, des expériences minutieuses sont nécessaires; elles viennent d'être faites au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, par M. P. Sabatié, chef de la section des Métaux, et M. Pellet, assistant de la section de Chimie ([2]).

Les essais effectués sur les huiles soumises à ces expériences étaient :

Essais physiques : Détermination de la densité à 15° C.; des points d'inflammabilité et de combustibilité; de la viscosité; de l'indice de réfraction; de la coloration;

Essais chimiques : Détermination de l'acidité; de l'indice de saponification; de la teneur en matières grasses;

Essais mécaniques : Détermination du coefficient de frottement ([3]).

Les essais ont porté sur six sortes d'huiles. L'huile ayant servi aux essais n° 1 était une huile minérale pour machines; elle avait été employée pour le graissage de paliers d'arbres de transmission. Celle des essais n° 2 était un mélange d'huile minérale et d'huile grasse; elle avait été utilisée au graissage du cylindre d'un moteur à gaz. Dans les essais n° 3, on prit une huile américaine très visqueuse à la température ordinaire et à point d'inflammabilité très élevé (335°); elle avait servi au graissage de cylindres de machines à vapeur. Les essais n° 4 ont porté sur une huile pour vapeur surchauffée ayant servi au graissage de la tige du piston d'un cylindre à vapeur surchauffée. L'huile des essais n° 5 était destinée au graissage de paliers. Enfin, celle des essais n° 6 était une huile de graissage de moteur.

Les huiles essayées comprennent donc les divers types d'huiles de graissage utilisées industriellement. Pour chacune d'elles, les essais portèrent sur l'huile neuve et sur l'huile usagée. Tous les essais signalés plus haut n'ont pu être réalisés sur chaque huile, mais dans tous les cas les essais mécaniques ont été effectués.

Nous ne croyons pas utile de donner pour chacune des huiles le détail des résultats des essais. Nous nous bornons à reproduire les conclusions qu'en ont tirées MM. Sabatié et Pellet.

« D'après les résultats que nous avons obtenus, on peut constater, ainsi que l'avaient déjà fait divers auteurs, que la densité des huiles augmente légèrement par l'usage; cette augmentation est certainement due à la volatilisation, au cours du graissage, d'une partie des produits légers contenus dans l'huile. Les points d'inflammabilité et de combustibilité se trouvent d'ailleurs également élevés de quelques degrés. La viscosité, dans certains échantillons, est restée sensiblement la même, tandis que dans les essais n° 4 et 5 les huiles, après usage, sont devenues plus visqueuses.

» Ce fait peut provenir de ce que, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, les huiles n'ont pas été filtrées sur papier serré comme cela a eu lieu pour les autres essais; il est probable, et nous avons d'ailleurs constaté ce fait, par un essai postérieur, qu'une certaine quantité de matières en suspension soit restée dans le lubrifiant, déterminant ainsi une augmentation de viscosité.

» Au point de vue de l'acidité, il n'y a pas eu de modification sensible, même pour l'huile mixte (essais n° 2); néanmoins, dans cette dernière, la proportion des huiles grasses est tombée de 19,3 pour 100 à 17,5 pour 100, ce qui indique une destruction bien nette de l'huile grasse au cours du graissage.

» En ce qui concerne les essais mécaniques, la simple inspection des courbes obtenues montre clairement que le coefficient de frottement n'a pas changé avant et après usage, les légères différences constatées dans chacun des essais étant de l'ordre des erreurs d'expériences ([1]).

([1]) Un de ces procédés a été décrit récemment dans ces colonnes (t. XIV, 15 nov. 1910, p. 324); d'après les chiffres publiés, il procure une économie très importante sur les dépenses de graissage.

([2]) P. Sabatié et M. Pellet, *Essais d'huiles usagées* (*Bulletin du Laboratoire d'essais*, n° 16, 1911).

([3]) Le point d'inflammabilité des vapeurs a été déterminé au moyen de l'appareil Luchaire, et le point de combustibilité, au creuset ouvert chauffé au bain de sable.

La viscosité a été mesurée aux températures de 20°, 50° et 100° C., à l'aide du viscosimètre d'Engler.

L'indice de réfraction a été déterminé au moyen du réfractomètre Abbe.

La coloration a été évaluée, dans chacun des essais, en prenant pour type l'huile neuve, à laquelle on a comparé l'huile usagée correspondante. Pour cela, on a dilué l'huile foncée avec de la benzine jusqu'à obtention d'une intensité de couleur égale à celle de l'huile neuve; d'après la dilution exigée, il a été facile de déduire la coloration relative des deux huiles.

L'acidité a été déterminée par titrage, ainsi que l'indice de saponification dont on a déduit la teneur en huiles grasses par le calcul, en prenant pour indice moyen des huiles grasses 185.

Les essais mécaniques ont été effectués au moyen d'une machine système Martens à des pressions et des vitesses variables suivant les huiles. Cette machine comprend une fusée en acier trempé, rectifiée et polie, de 100 mm de diamètre et 70 mm de longueur. Sur elle sont appliqués deux coussinets en bronze ou en antifriction munis de pattes d'araignées; l'alimentation d'huile se fait par un godet fixé au coussinet supérieur. L'ensemble est monté dans une boîte pendulaire munie d'un contrepoids, dont la déviation par rapport à la verticale sert à la mesure du coefficient de frottement. Un dispositif sert à la production et à l'évaluation de la pression sur les coussinets.

([1]) Les courbes montrent qu'au début des essais mécaniques,



» Il semble donc résulter de l'ensemble de ces divers essais qu'une huile usagée, recueillie dans de bonnes conditions et filtrée avec soin pour la débarrasser des matières en suspension qu'elle peut contenir, conserve intactes ses diverses propriétés. Pratiquement, la plupart des industriels connaissaient déjà ce fait, puisque beaucoup d'entre eux recueillaient leurs huiles depuis longtemps déjà; mais nous avons cru intéressant de déterminer exactement les modifications subies dans quelques cas particuliers, et nos observations sont pleinement d'accord avec l'expérience usuelle. »

RAYONS ULTRAVIOLETS.

La stérilisation industrielle de l'eau par la lumière ultraviolette [1].

Il y a deux problèmes différents dans la stérilisation de l'eau. Le premier se rapporte à la stérilisation complète c'est-à-dire à la destruction absolue de tous germes.

Le second problème consiste à obtenir une eau destinée aux canalisations ordinaires et qui soit sans danger au point de vue de la propagation des maladies contagieuses. Le typhus et le choléra notamment se propagent par les eaux de canalisation qui renferment leurs microbes.

L'eau complètement stérilisée trouve son emploi en médecine, chirurgie, gynécologie. On la prépare par ébullition, éventuellement sous pression ou par addition d'agents chimiques (chlore ou ozone).

La préparation d'une eau potable saine n'a guère été réalisée jusqu'ici que par des filtres à sable. Dans ces derniers temps, on a installé des appareils de stérilisation par l'ozone. Les filtres ne sont pas toujours très efficaces et comme il nécessitent de très grandes surfaces, leur coût est très élevé. Quant à la préparation de l'ozone, elle est compliquée et il est difficile d'éviter qu'il ne se forme, en même temps que l'ozone, des produits nitreux nuisibles à l'organisme. Le coût d'installation et d'exploitation des appareils à ozone est en outre assez élevé.

La stérilisation par la lumière ultraviolette est plus sûre, plus simple et plus économique que les autres procédés.

Les premières applications industrielles des rayons ultra-violets ont été faites par Finsen à la thérapeutique. Les lampes utilisées étaient des lampes à arc entre pointes de fer. Mais ces lampes sont compliquées.

La lampe quartz à vapeur de mercure a été réellement la première source pratique de rayons ultraviolets; elle est en effet extraordinairement riche en ces rayons.

Des recherches ont été entreprises par MM. Cernovodeanu et Henri à l'Institut physiologique de l'Université de Paris sur l'action des rayons ultraviolets sur les bactéries. Ils ont fait les différentes constatations suivantes :

1° Le temps de stérilisation dépend à peine du nombre de bactéries dans l'eau; entre 10000 et 100000 bactéries par cm³, limites d'addition dans les essais entrepris, il n'y avait pas de différence.

2° Avec des rayons tombant de l'extérieur sur l'eau, la destruction des bactéries était un peu plus rapide avec une couche d'eau de 25 cm d'épaisseur qu'avec 2 cm et, dans ce dernier cas, un peu plus rapide qu'avec 0,5 cm.

3° La destruction des bactéries se fait avec la même rapidité entre 55° et 0° C., même si dans ce dernier cas l'eau est congelée.

4° Le temps de stérilisation dépend de la distance entre la lampe et la surface d'eau. Il croît plus vite que le carré de la distance.

5° La destruction des bactéries survient bien plus vite avec la lampe de 220 volts qu'avec celle de 110 volts (on utilisait des lampes de 3 ampères de la Société Westinghouse de Paris).

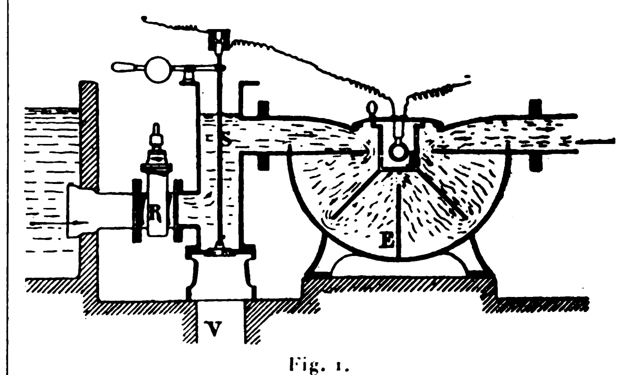


Fig. 1.

6° Le tableau suivant indique les temps de stérilisation en fonction de l'écartement de la lampe et de sa tension :

	Écartement en cm.......	10.	20.	40.	60.
Temps en secondes.	Lampe de 110 volts...	4	20	180	300
	» 220 » ...	0,8	4	15	30

7° La rapidité de stérilisation varie avec la nature des bacilles.

8° En utilisant la lampe de 110 volts la destruction survient en 10 à 15 secondes pour le bacille du choléra, 10 à 20 secondes pour celui de la dysenterie, 15 à 20 secondes pour le bacille coli, 20 à 30 secondes pour celui de la pneumonie, 20 à 60 secondes pour celui du tétanos, etc.

9° La destruction des bactéries ne provient pas de l'eau oxygénée qui se produit dans l'eau sous l'action des rayons ultraviolets. L'eau oxygénée tue bien les bactéries mais au moins à la concentration de 0,08 g H^2O^2 par litre d'eau. Avec la lampe de 220 volts à la distance de 20 cm et après une demi-heure, on ne produit que 0,0002 g H^2O^2 dans 1 litre d'eau et, après 5 heures, 0,002 g. En ajoutant d'ailleurs des bacilles coli à cette eau, ces bacilles ne sont pas détruits plus rapidement que dans l'eau pure sous l'influence des rayons ultraviolets.

---

c'est-à-dire lorsque la température du palier est voisine de la température ambiante, l'huile usagée donne lieu à un coefficient de frottement moindre que l'huile neuve. Mais la différence des deux coefficients diminue à mesure que l'essai se prolonge, c'est-à-dire à mesure que la température s'élève; parfois même la différence change de signe, mais en restant toujours très petite.

Le fait que l'huile usagée donne, au moins à basse température, un coefficient de frottement moindre avait déjà été signalé par M. Ehrsam (*La connaissance des matières lubrifiantes*), qui a trouvé 0,0150 pour le coefficient de frottement avec une huile neuve, et 0,0140 pour celui de la même huile après usage et filtration.

[1] Max von RECKLINGHAUSEN, *Elektrochemische Zeitschrift*, t. XVII, novembre-décembre 1910, p. 213 et 244.

ESSAI numéro.	MÈTRES CUBES d'eau par 24 heures.	WATTS-HEURE par m³ d'eau.	AVANT LE STÉRILISATEUR. Bacilles coli par litre.	AVANT LE STÉRILISATEUR. Germes par cm³.	AVANT LE STÉRILISATEUR. Champignons par cm³.	APRÈS LE STÉRILISATEUR. Bacilles coli par litre.	APRÈS LE STÉRILISATEUR. Germes par cm³.	APRÈS LE STÉRILISATEUR. Champignons par cm³.
							0	
1......	Plus de 600.	Moins de 26.		158			2	
				174			2	8
				148			0	
							0	
4......	Plus de 600.	Moins de 26.	100	220			2	
			200	260		0	2	
7......	Plus de 600.	Moins de 26.		22			0	
				18	2		4	2
							0	10
							0	
10*a*....	Plus de 600.	Moins de 26.	500	36			0	
				36	2	0	0	3
				40				
				22			0	
12*a*....	560	28	80	20		0	0	
				18			0	3
				24			0	
				15			0,5	
							0	
							0	1,5
12......	Plus de 600.	Moins de 26.	50	48			0	
				52			0	
				44	2	0	0	6
							0	
							0	
							0	
13......	Plus de 600.	Moins de 26.	50	24			0	
				30			2	
				16		0	6	
							0	
14......	Plus de 600.	Moins de 26.	200	30			10	
				38			6	
				20			0	
							4	2
							1	
18......	Plus de 600.	Moins de 26.	500	43			0	
			1000	60		0	0	
							0	
							0	
							0	
							1	

10° Les rayons ultraviolets produits par la lampe quartz à vapeur de mercure ont des longueurs d'ondes comprises entre 0,0004 mm et 0,0002224 mm. Ceux dont la longueur d'onde est inférieure à 0,000270 mm sont les plus destructifs. Cornu a montré que le soleil n'envoie pas sur la terre de radiations de longueur d'onde inférieure à 0,000280 mm. Celles-ci sont vraisemblablement absorbées par l'atmosphère.

Le premier appareil pour la stérilisation de l'eau par les rayons ultraviolets a été construit par la Westinghouse Cooper Hewitt C°. Il a déjà été décrit ici (1). Dans cet appareil l'eau est exposée pendant 5 secondes aux rayons d'une lampe quartz à vapeur de mercure. Si l'eau qui traverse l'appareil est claire, la plupart des germes sont détruits dans ce temps court. Le mouvement rapide est provoqué par circulation entre des parois coniques. Ce mouvement est nécessaire non seulement pour exposer toutes les particules d'eau aux rayons mais encore pour retourner les poussières en suspension qui protégeraient une partie des microbes de l'action des rayons. L'appareil est construit en fer émaillé; il est blanc, ce qui donne le maximum d'action par suite de la réflexion. Ce stérilisateur, type B², donne par heure jusqu'à 600 litres d'eau complètement stérilisée. La lampe nécessite une dépense

(1) *La Revue électrique*, t. XIII, 15 mai 1910, p. 345.



de courant de 3,5 ampères sous 110 volts. Les quelques secondes que l'eau reste dans l'appareil ne lui permettent pas de prendre le goût de l'ozone qui se produit en petite quantité autour de la lampe. L'eau ne subit aucune modification chimique ni dans ses sels ni dans ses gaz.

Dans un type plus récent (Nogier) [1], la lampe se trouve dans l'eau même à stériliser. On obtient évidemment une meilleure utilisation des rayons; mais on diminue dans une plus grande proportion l'effet utile de la lampe à cause du refroidissement provoqué par l'eau. Ce système a en outre cet inconvénient que les sels de l'eau ne tardent pas à se déposer sur la lampe et à arrêter ainsi les rayons ultraviolets.

Dans la stérilisation en grand de l'eau potable, il faut créer un tourbillonnement aussi rapide que possible de l'eau. Il faut encore obtenir de la lampe le meilleur effet utile. Pour cela les lampes quartz doivent fonctionner à haute température (environ 800° C.). Si la lampe est refroidie artificiellement soit complètement soit partiellement par l'eau, cette haute température ne peut pas être obtenue et l'effet utile de la lampe est fortement diminué. Pour s'assurer qu'une lampe brûle dans les mêmes conditions qu'une lampe pour éclairage il faut contrôler l'intensité et la tension. Dans les grands appareils de stérilisation de la Société Westinghouse, on emploie des lampes de 3 ampères 220 volts. Ces lampes brûlent dans les meilleures conditions d'effet utile et de durée quand la tension aux bornes de la lampe seule est de 150 volts, après que l'équilibre est atteint ce qui survient au bout d'un quart d'heure d'allumage. Il faut donc s'arranger pour que cette condition reste réalisée dans l'appareil de stérilisation.

L'appareil Westinghouse, type C^3, est représenté en coupe en figure 1. Il permet de stériliser plus de 600 m³ d'eau en 24 heures. Pour des installations plus importantes, il suffit de prendre deux ou plusieurs appareils de ce type.

Cet appareil renferme une seule lampe de 3 ampères et 220 volts. Il est constitué d'un récipient en fonte dans lequel sont disposées plusieurs cloisons entre lesquelles s'écoule l'eau. Dans ce récipient vient se loger la boîte de lampe L qui possède deux joues en forme de demi-cercle. Cette boîte se fixe au récipient en fonte à l'aide de quatre boulons et écrous; elle forme elle-même la séparation entre l'eau d'amenée et celle de départ. Sur les parties en regard de l'eau sont disposées 3 fenêtres en cristal de roche poli que traversent les rayons de la lampe. L'eau passe d'abord devant la première fenêtre, traverse un deuxième compartiment, revient à la deuxième fenêtre, traverse un quatrième compartiment puis quitte l'appareil après être repassée devant la troisième fenêtre.

En certains points de l'appareil on a prévu des regards pour permettre d'observer le fonctionnement. Avant d'arriver à l'appareil, l'eau traverse la soupape automatique. Celle-ci comprend une bobine placée dans le circuit de la lampe, de telle sorte que, si le courant vient à manquer pour une cause ou pour une autre, le noyau qui se meut à l'intérieur de la bobine devient libre, la soupape s'ouvre et l'eau s'écoule par le canal V. L'eau ne traverse donc le stérilisateur que lorsque la lampe fonctionne. Quand la soupape automatique s'ouvre un signal d'alarme entre en action.

Un appareil de ce type, installé à Marseille, a donné les résultats contenus dans le tableau ci-dessus.

Dans la moitié des cas, après passage dans le stérilisateur, l'eau ne renferme plus aucun germe; dans les autres cas, le maximum est de 10 par centimètre cube. On n'a jamais pu constater la présence de bacilles coli même en employant 200 cm³ d'eau. Avant le passage dans le stérilisateur l'eau renferme tant de ces bacilles qu'elle n'est pas potable.

Si le nombre de champignons est plus élevé après qu'avant, c'est que le robinet avant est protégé tandis que l'ouverture d'essai arrière est exposée au vent et à la poussière.

L'eau traitée était d'abord clarifiée en passant sur un appareil de filtration Pusch et Chabal.

On peut conclure de ces essais que la dépense d'énergie est inférieure à 26 watts-heure par mètre cube d'eau. Le système est donc très efficace, très économique et l'on peut lui prédire un grand avenir. L. J.

[1] *La Revue électrique*, t. XIII, 15 mai 1910, p. 344.

MATIÈRES PREMIÈRES.

Les gisements de platine.

Bien que l'industrie électrique ne consomme pas une bien grande quantité de platine, ce métal est néanmoins utilisé pour la soudure au verre de l'ampoule des fils d'amenée du courant dans les filaments de lampes à incandescence, pour la confection d'anodes destinées à certaines opérations électrolytiques et enfin dans la construction de certains organes d'appareils de mesure. Or, le platine qui, il y a 20 ans, était vendu 1000 fr le kilogramme a atteint en 1909 le taux moyen de 4000 fr et vaut aujourd'hui bien près de 7000 fr le kilogramme.

Ces cours élevés sont dus, d'une part, à la rareté du platine, d'autre part à ce que les mines de ce précieux métal, presque toutes situées en Russie, sont en majorité entre les mains de deux puissants groupements. Les gisements russes, qui à eux seuls fournissent la presque totalité du platine (5000 kg en 1909), sont en effet extrêmement condensés. Ils occupent, sur les deux versants de l'Oural, dans le district minier d'Ekaterinbourg, une bande de 130 km seulement. Le côté asiatique est la propriété du comte Schouvaloff, le côté européen appartient à la famille du prince Demidoff. Des arrangements conclus entre ces détenteurs de mines ont contribué à l'élévation actuelle des cours.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES.

Propagation des courants dans les lignes et câbles télégraphiques.

L'étude de la propagation, dans un conducteur, d'une perturbation électrique produite à l'origine de ce conducteur a, depuis longtemps, attiré l'attention des mathématiciens et des physiciens. A la suite des travaux de Davy, Barlow, Becquerel, Ohm, elle fut l'objet d'importantes recherches mathématiques de la part de Kirchhoff, de Clausius, de Lord Kelvin et de Maxwell; plus tard cette étude fut reprise par Vaschy, puis par MM. Poincaré, Picard, Boussinesq, Brillouin, etc. (1). Une note récente de M. Larose (2) à l'Académie des Sciences ramène l'attention sur cette question que l'auteur avait d'ailleurs déjà abordée dans des notes antérieures, parmi lesquelles nous signalerons celles du 30 mai, du 27 juin et du 31 octobre 1910 (3).

L'étude de M. Larose étant entièrement mathématique, il ne peut entrer dans notre intention de la développer ici; nous croyons cependant utile d'en indiquer les principaux résultats.

Dans sa note du 30 mai, l'auteur rappelle que la solution de l'équation des télégraphistes

$$\left(\frac{\partial^2}{dt^2}+\frac{2}{\tau}\frac{\partial}{\partial t}-v^2\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right)=0,$$

pour une ligne télégraphique indéfinie dans les deux sens, à l'état neutre avant l'instant $t=0$ et soumise à cet instant à une perturbation, est de la forme

$$\frac{1}{2i\pi}\int e^{int-iqx}\frac{dn}{n},$$

puis il calcule la valeur de cette intégrale pour le cas d'une discontinuité de potentiel et pour celui d'une discontinuité de quantité d'électricité.

Dans la note du 17 juin, l'auteur cherche, sous une forme numériquement calculable, l'expression du courant sur une ligne télégraphique indéfinie d'un seul côté, lorsqu'on met brusquement, à l'origine du temps, le point de départ de la ligne en contact, par l'intermédiaire d'un appareil transmetteur, avec l'un des pôles d'une pile de force électromotrice constante, dont l'autre pôle est reliée au sol. Il montre que la méthode d'intégration employée par M. Poincaré, pour traiter de la période variable avec récepteur, conduit simplement au but, et en fait l'application à un exemple qui rentre dans les conditions pratiques d'exploitation.

Un problème analogue est traité dans la note du 31 octobre, avec cette différence que la ligne est supposée limitée et reliée à un récepteur en communication avec le sol.

Dans sa plus récente note, M. Larose résout le même problème dans le cas plus simple où la self-induction de la ligne est négligeable et où, par suite, l'équation des télégraphistes se réduit à l'équation de Fourier de la propagation de la chaleur sans perte latérale.

(1) L'exposé méthodique de la plupart de ces travaux a été fait par M. Marcel Brillouin dans ses leçons au Collège de France de l'année 1901-1902, leçons réunies en un volume intitulé *Propagation de l'électricité : Histoire et théorie*, et publié en 1904 par la librairie A. Hermann.

Les travaux se rapportant particulièrement aux applications télégraphiques se trouvent exposés dans le second volume du *Traité d'Électricité* de Vaschy.

Les recherches mathématiques de MM. Poincaré, Picard, Boussinesq, ont été résumées dans *La Lumière électrique* du 3 mars 1894 (t. LI, p. 401-406) d'après les communications faites par ces savants aux séances de l'Académie des Sciences des 26 décembre 1893; 2, 22 et 29 janvier 1894; 5 février 1894.

(2) H. Larose, *Sur le problème du câble limité dans les deux sens* (*Comptes rendus*, t. 152, 18 avril 1911, p. 1051).

(3) H. Larose, *Sur deux suites de solutions de l'équation des télégraphistes* (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1418-1420); *Sur la propagation d'une discontinuité sur une ligne télégraphique munie d'un transmetteur* (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1738-1740); *Sur l'extinction des discontinuités par réflexion aux extrémités d'une ligne télégraphique* (*Comptes rendus*, t. 151, p. 747-750).

Potentiel de décharge dans un champ magnétique (1).

L'influence d'un champ magnétique sur la décharge dans les gaz raréfiés a déjà fait l'objet de nombreuses et intéressantes recherches, parmi lesquelles l'auteur rappelle tout particulièrement celles de MM. Birkeland, Villard, Pellat. Mais la question de savoir si le potentiel disruptif est abaissé ou élevé par le champ magnétique n'a pas encore reçu de réponse générale : les deux effets ont été observés, et plus souvent le second que le premier. Récemment M. Gouy et M. Righi ont indiqué des dispositifs nouveaux permettant d'observer un abaissement du potentiel de décharge dans le champ magnétique. Celui de M. Gouy conduisant à des effets particulièrement marqués, c'est de lui que l'auteur s'est inspiré dans ses expériences.

D'après M. Gouy on observe toujours un abaissement du potentiel explosif lorsque des lignes de force magnétiques joignent deux cathodes (primaires ou secondaires) : c'est ce que M. Gouy appelle l'*action intercathodique*. Se basant sur ce résultat, M. Bloch a utilisé un tube contenant une anode cylindrique et deux cathodes filiformes placées dans le prolongement l'une de l'autre et dans l'axe du cylindre anodique. Ce tube, de petites dimensions, peut être placé entre les pôles d'un électro-aimant, et l'on peut changer l'orientation relative des deux appareils en tournant l'électro autour d'un axe vertical. On

(1) Eugène Bloch, Communication faite à la séance du 3 février de la Société française de Physique.



constate ainsi aisément le phénomène de M. Gouy. Avec un champ convenable, la décharge, sous quelques centaines de volts, est allumée par le champ si celui-ci est parallèle aux cathodes; elle s'éteint si l'on tourne l'électro à droite ou à gauche de cette position (position privilégiée de M. Gouy). Mais on vérifie aussi qu'il existe *un champ magnétique optimum* pour produire le phénomène, c'est-à-dire que si le champ magnétique dépasse une certaine valeur, la décharge est moins bien rallumée ou même éteinte par le champ.

M. Gouy n'ayant pu constater cette inversion du phénomène sur les tubes dont il s'est servi, M. Bloch a pensé qu'il fallait en chercher l'origine dans la disposition particulière de ses expériences, et il a été ainsi conduit à donner l'interprétation théorique des faits observés dans l'hypothèse électronique moderne.

Le champ électrique utilisé par l'auteur est en effet sensiblement cylindrique et le champ magnétique est parallèle à l'axe du cylindre. La trajectoire des électrons peut alors être calculée complètement, et l'on trouve qu'elle correspond à un allongement considérable, si le champ magnétique n'est pas trop fort. Si donc on se place au-dessous du potentiel critique, cet allongement doit, comme on sait, correspondre à un abaissement du potentiel explosif. Si au contraire le champ magnétique devient trop intense, les électrons ne pourront plus s'éloigner sensiblement de la cathode, et le potentiel explosif sera augmenté. La théorie prévoit donc le phénomène de M. Gouy et son renversement dans les champs intenses, c'est-à-dire tout ce que l'expérience nous a révélé.

Pour confirmer les résultats précédents, l'auteur a employé un tube à anode cylindrique et à cathode unique placée dans l'axe du cylindre, et encore un tube à anode circulaire et à cathode ponctuelle placée au centre du cercle. Ces tubes, conformément à la théorie, se comportent exactement comme le premier : l'existence du champ magnétique optimum est très marquée. De plus l'auteur a pu constater plusieurs concordances quantitatives qui renforcent singulièrement les considérations d'ordre qualitatif qui précèdent.

M. Gouy ayant fait à quelques-unes de ces expériences des objections tirées de la possibilité d'existence de cathodes secondaires dans les tubes décrits, l'auteur a refait des expériences nouvelles destinées à répondre à cette objection, et à éprouver en même temps la généralité de la règle de M. Gouy relative à l'action intercathodique. Ces expériences, effectuées avec des tubes différents, ont donné des résultats en accord avec les prévisions théoriques.

M. Bloch a pu également interpréter partiellement les expériences de M. Righi par la théorie moderne de la décharge disruptive.

Contributions à l'étude de l'amortissement des ondes hertziennes (1).

Du calcul théorique des courbes de résonance pour diverses valeurs de l'amortissement on peut déduire des paramètres qui, réunis en tableaux ou représentés par des courbes, permettent de trouver la valeur du décrément logarithmique dans des conditions expérimentales données. C'est la méthode indiquée par Schmidt (2) que l'auteur s'est proposé d'appliquer d'une manière rigoureuse. Le problème revient à intégrer l'équation différentielle générale d'un circuit oscillant. Il n'y a plus ensuite qu'à substituer dans l'intégrale les diverses valeurs du coefficient d'amortissement.

M. Gröber indique en détail la marche des calculs. Les résultats auxquels il arrive sont représentés graphiquement. En les comparant aux valeurs que donne la méthode de Bjerkness, on constate une concordance tout à fait satisfaisante.

Discussion sur la valeur de la charge de l'électron (3).

Les auteurs discutent leurs propres expériences antérieures ainsi que celles de Ehrenhaft et Przibram. Dans les unes et les autres l'étude porte sur la chute d'une seule particule chargée. Mais tandis que Millikan utilise des gouttes d'huile dont le rayon varie de 3 à 66.10^{-5} cm dont la chute est observée sur 13 mm, Ehrenhaft emploie des particules environ 10 fois plus petites dont la chute n'est étudiée, à l'ultramicroscope, que sur 0,1 mm.

Les auteurs estiment que leurs conditions expérimentales sont meilleures que celles de Ehrenhaft et Przibram. Toutefois ils croient devoir apporter quelques corrections aux calculs d'un précédent Mémoire dans lequel ils avaient indiqué $e = 4901.10^{-10}$ pour la charge de l'électron; ces corrections les conduisent à $e = 4891.10^{-10}$.

(1) Max Karl Gröber, *Physikalische Zeitschrift*, 1911, p. 121-124.
(2) K.-E.-F. Schmidt, *Physikalische Zeitschrift*, 1908, p. 13.
(3) R.-A. Millikan et Fletcher, *Physikaliche Zeitschrift*, 1911, p. 161.

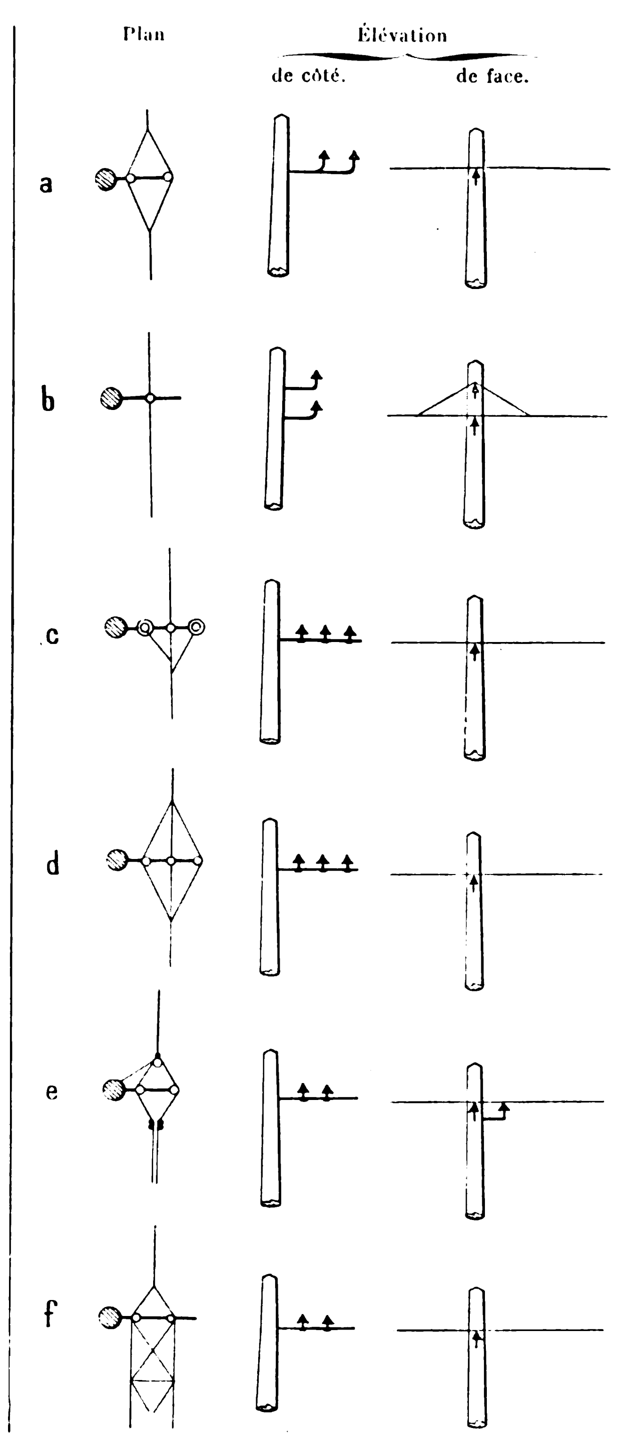


LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Complément à la Circulaire du 21 mars 1911.

Pour compléter la circulaire accompagnant l'arrêté technique du 21 mars 1911, nous reproduisons ci-après une planche de croquis et la légende s'y rapportant qui n'avaient pu être insérées avec ladite circulaire dans le numéro de *La Revue électrique* du 28 avril 1911, page 399 :



Légende de la Planche.

a. Deux isolateurs placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre sur chaque support de la traversée. Le fil de ligne passe sur un des isolateurs. Un fil court est fixé à l'autre isolateur et relié au fil de ligne par deux ligatures soignées de part et d'autre de l'autre isolateur. De cette manière, le fil de ligne et son isolateur d'une part, le fil court et le deuxième isolateur d'autre part, travaillent en parallèle.

b. Même dispositif, mais avec l'isolateur n° 2 placé au-dessus et non à côté de l'isolateur n° 1. Ce deuxième isolateur devrait être d'un type plus résistant et éprouvé au double de la tension des isolateurs normaux de la ligne.

c. Avec trois isolateurs sur chaque support de la traversée. Les trois isolateurs sont placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre dans le sens perpendiculaire au fil de ligne. L'isolateur du milieu supporte le fil de ligne qui est ininterrompu.

A droite un fil court, fixé d'une part à l'isolateur de droite, d'autre part au fil de ligne par une ligature faite du côté de la traversée. A gauche un deuxième fil court fixé de même à l'isolateur de gauche et au fil de ligne.

d. Même dispositif, mais chaque fil court est fixé au fil de ligne par deux ligatures, l'une du côté traversée, l'autre sur la portée contiguë, de façon à équilibrer la traction sur chaque isolateur.

e. Trois isolateurs en triangle horizontal, le sommet du côté opposé à la traversée.

Le câble de ligne est fixé sur chaque support à deux de ces isolateurs en série. Un deuxième câble, dit « câble porteur », de mêmes section et métal que le câble de ligne, le double dans la traversée. Ce câble porteur est ligaturé au câble de ligne juste avant le support de la traversée, s'attache à l'isolateur de ligne placé du côté opposé à la traversée, s'attache ensuite à un isolateur spécial à ce câble, puis rejoint le câble de ligne auquel il est jonctionné tous les mètres.

La tension de chacun des deux câbles qui constituent la traversée est moitié de la tension du câble opposé à la traversée de manière à équilibrer les efforts sur le support.

Sur toute la longueur de la traversée, les jonctions sont de simples ligatures en fil de bronze, mais aux deux extrémités avant d'arriver aux supports, les deux câbles sont réunis par un joint spécial.

Ils sont également réunis par un joint spécial en dehors du support du côté opposé à la traversée.

f. Chaque conducteur est remplacé par un système de deux conducteurs câblés, fixés chacun sur un isolateur. Les deux conducteurs sont dans un même plan horizontal, ils sont reliés par des fils transversaux et diagonaux torsadés.

Si l'un des deux conducteurs vient à se rompre, il tombe et pend dans un plan vertical, toujours retenu cependant par des fils transversaux et diagonaux. L'aspect de ceux-ci est modifié, le service de la voie s'en aperçoit et fait le nécessaire.



Arrêté du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale concernant l'encaissement des cotisations des bénéficiaires de la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale et le Ministre des Finances,

Vu la loi du 5 avril 1910;

Vu le décret du 25 mars 1911, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de ladite loi,

Arrêtent :

Article premier. — La déclaration écrite que les assurés obligatoires ou facultatifs sont tenus de faire, lorsqu'ils entendent effectuer leurs versements par l'intermédiaire d'une société ou union de sociétés de secours mutuels ou d'une caisse de retraites de Syndicat professionnel, est établie dans la forme du modèle nº 1 annexé au présent décret [1]. Cette déclaration est faite sur une formule imprimée ou manuscrite.

Selon la caisse choisie cette déclaration est remise par l'assuré, appuyée de sa carte annuelle, soit au président de la Société ou de l'Union de sociétés de Secours mutuels, soit au représentant légal de la caisse de retraites du Syndicat professionnel.

La déclaration reste valable tant que l'assuré continue à effectuer ses versements par l'intermédiaire de la même caisse collective. Elle n'a besoin d'être renouvelée qu'au cas où, deux fois de suite, l'assuré aurait négligé de produire sa carte annuelle dans les délais fixés par l'article 34 du décret du 25 mars 1911.

Art. 2. — Les caisses collectrices (qui doivent, en tout état de cause et même s'il s'agit de versements d'avance, constater les versements faits par leurs adhérents au moyen de timbres mobiles apposés sur les cartes annuelles) n'ont à tenir d'autre document de comptabilité qu'un compte des versements établi dans la forme du modèle nº 2 [1].

Toutefois les caisses ont la faculté de compléter la tenue de ce carnet par un répertoire alphabétique, établi dans la forme du modèle nº 3 [1].

Art. 3. — Au reçu de la déclaration prévue à l'article premier, la caisse procède, dans l'ordre indiqué, aux opérations suivantes :

1º Elle attribue à la déclaration un numéro d'ordre (série ininterrompue de numéros commençant au nº 1 et qui se continue indéfiniment). Ce numéro est inscrit dans l'angle de gauche de la déclaration;

2º Elle réserve à chaque assuré, au carnet modèle nº 2, une case en tête de laquelle sont portés : le numéro donné à la déclaration; sur la deuxième ligne, le nom de l'assuré, et sur la troisième, sa série et son numéro tels qu'ils figurent à la carte annuelle;

3º Si elle tient le répertoire alphabétique prévu à l'article précédent, elle y inscrit le numéro de la déclaration, nom, série et numéro de l'assuré, folio et numéro du compte ouvert;

4º Elle appose sur la carte annuelle la mention prévue par l'article 33 du décret précité du 25 mars 1911, appuyée de son cachet, et y porte en outre le folio et le numéro du compte ouvert;

5º Avant de rendre la carte annuelle à l'assuré, elle inscrit, s'il y a lieu, dans les conditions indiquées à l'article 4 ci-après, le versement qui a pu être fait par lui en remettant sa déclaration.

Art. 4. — L'assuré qui effectue un versement présente sa carte annuelle; la date et le montant du versement sont inscrits d'abord au carnet nº 2, puis les timbres représentant le montant de ce versement sont apposés sur la carte annuelle. De plus, s'il s'agit du payement d'avance d'un versement obligatoire, la carte reçoit, à l'endroit réservé à cet effet, une mention indiquant le montant de la somme versée d'avance.

Art. 5. — Toutes les fois qu'un assuré effectue un premier versement sur une nouvelle carte annuelle, il lui est ouvert un nouveau compte au carnet modèle nº 2.

Le folio et le numéro de ce nouveau compte sont immédiatement inscrits au répertoire alphabétique, dans le cas où la caisse en établit un.

Art. 6. — Les déclarations sont conservées, dans des chemises spéciales, par série de 100 déclarations classées par ordre de numéros.

Art. 7. — Les caisses collectrices sont tenues de se conformer aux indications qui figurent sur les modèles annexés au présent arrêté.

Art. 8. — Le directeur général de la comptabilité publique et le directeur des retraites ouvrières et paysannes sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 25 avril 1911.

Le Ministre des Finances,
J. Caillaux,

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
J. Paul-Boncour.

(*Journal officiel* du 9 mai 1911.)

[1] Ce modèle a été publié dans le *Journal officiel* du 9 mai 1911; il est tenu à la disposition de nos adhérents qui désireraient en prendre connaissance au Secrétariat.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'Électricité du 3 avril 1911.

Présents : MM. Cochegrus, de Clarens, Doucerain, Duvaux, Hussenot, Philippart, Sirey; M. Fontaine, secrétaire général.

En l'absence de M. Frénoy, empêché d'assister à la séance. M. Cochegrus préside la séance.

Les espèces suivantes sont communiquées au Comité :

Conseil d'État. — 23 décembre 1910, Ministère des Finances contre Société générale française des tramways. Accumulateurs et groupes électrogènes, partie indispensable du matériel industriel. Patente (Circulaire nº 15 du Syndicat professionnel de l'industrie du gaz). — 23 décembre 1910, Ministère des Finances contre sieurs Lafuma, Bertholet et autres. Acheteurs d'énergie électrique, patente (Circulaire nº 14 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz). — 23 janvier 1911, Compagnie française du Centre et du Midi contre Ministère des Finances. Patente sur un gazomètre nouvellement construit, annualité de la patente, gazomètre non imposable au cours de l'année (Circulaire nº 16 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz). — 27 janvier 1911, Compagnie générale des eaux contre ville de Rouen. I. Prescription, fourniture d'eau, compagnie concessionnaire, commune. II. Concession, commune, partage des bénéfices, règlement, comptes approuvés par le maire, réserves non opposables (*Loi*, 6 mars 1911). — 17 février 1911, Compagnie du Chemin de fer Métropolitain de Paris. Octrois, perceptions illégales, demande de restitution, compétence, tribunaux judiciaires (*Loi*, 18 mars 1911). — 10 mars 1911, commune de Boujailles. Commune, Conseil municipal, délibérations, préfet, refus d'approbation, recours direct au Conseil d'État, excès de pouvoirs, détournement de pouvoirs (*Loi*, 25 mars 1911).

Conseil de préfecture. — Seine, 15 janvier 1910. Deleury et Morerette contre commune de Noisy-le-Sec. Brûleurs à incandescence, substitution à des becs papillons, installation par un entrepreneur autre que le concessionnaire de l'éclairage au gaz, indemnité (Circulaire nº 18 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz).

Oise, 30 novembre 1910, Ministère public contre Compagnie française du gaz et Pellieux, branchement, tranchée ouverte sans autorisation par l'entrepreneur, mise hors de cause de la Compagnie du gaz (Circulaire nº 11 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz).

Seine, 28 décembre 1910, Compagnie électrique du Secteur de la Rive gauche contre la Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz. Dommage à un câble de distribution d'énergie



par les entrepreneurs de la Compagnie du gaz, responsabilité (Circulaire n° 17 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz).

Cour de cassation. — 6 février 1911, Compagnie générale des travaux d'éclairage et de force contre ville de la Rochelle, octrois, tarifs, objets soumis, immeubles, bâtiments, construction, sens de ces mots, canalisation électrique aérienne, soumission aux droits (*Loi*, 22 mars 1911).

Interprétation de traité d'électricité. — MM. X.... reviennent sur la question examinée par le Comité consultatif dans la précédente séance et prétendent que la commune n'a aucun droit sur le moteur à gaz pauvre, ni sur aucun objet de leur usine d'électricité.

Après nouvel examen du cahier des charges communiqué, le Comité consultatif donne l'avis suivant :

Il est vrai que les concessionnaires n'ont pas pris expressément l'engagement de laisser à la commune l'usine électrique, mais le traité dit que les concessionnaires établiront à leurs frais, risques et périls une usine électrique et que la lumière sera fournie à l'aide de dynamos électriques actionnées par un moteur à gaz pauvre. L'usine électrique est donc bien comprise dans la concession.

Il faut bien observer d'ailleurs qu'en ce qui concerne le terrain sur lequel est bâtie l'usine, le contrat ne disant rien, la question doit être réservée.

Dans tous les cas, l'usine se trouvant comprise dans la concession, la ville pourrait toujours prétendre au droit de demander à être, au cas où le concessionnaire n'assurerait pas l'exécution du cahier des charges, mise en possession provisoire du service de l'exploitation y compris l'usine munie du genre de moteur stipulé. La ville pourrait donc se dire en droit de réclamer le maintien du moteur à gaz pauvre, afin de n'avoir pas à discuter, avec la Compagnie qui fournirait de l'énergie au concessionnaire, les conditions dans lesquelles en pareil cas elle aurait à assurer elle-même le service.

Déclaration d'utilité publique. — Un adhérent désire savoir si la demande à faire au Ministre pour la déclaration d'utilité publique doit être faite sur timbre et si le cahier des charges signé du Maire doit être envoyé avec le dossier.

Le Comité consultatif répond qu'on commence par traiter avec la commune; lorsque le dossier est prêt, on l'envoie au Ministre des Travaux publics qui le transmet au Conseil d'État pour déclaration d'utilité publique. La demande doit être faite sur timbre.

S'il n'y a qu'une seule commune, on envoie avec le dossier le projet d'acte de concession passé avec le Maire; s'il y a plusieurs communes, on envoie le projet d'acte passé avec le Préfet.

Frais de contrôle et redevances. — Un membre du Syndicat demande s'il est exact de considérer les chemins de grande communication et ceux d'intérêt commun comme faisant partie de la grande voirie.

Le Comité consultatif répond que les chemins d'intérêt commun, s'ils n'appartiennent pas à proprement parler à la grande voirie, dépendent de l'Administration préfectorale en ce qui concerne les autorisations à obtenir. C'est pour cette raison que l'Administration des Ponts et Chaussées indique de s'adresser à elle.

Les chemins de grande communication ou d'intérêt commun sont soumis à l'autorité préfectorale, alors que le sol appartient à chaque commune traversée pour la partie comprise sur son territoire. Le Préfet agit alors pour le compte des diverses communes intéressées.

En ce qui concerne les frais de contrôle, le Comité consultatif indique qu'à son avis les frais de contrôle ne sont pas dus dans le cas de concession antérieure à la loi du 15 juin 1906. Le consultant, si son traité est antérieur à la loi de 1906, pourrait donc résister à l'Administration, sans pouvoir prétendre toutefois se faire rembourser par les communes les frais de contrôle qui lui sont réclamés.

En ce qui concerne les redevances pour occupation du domaine public, si l'acte de concession n'oblige pas le consultant à se soumettre aux redevances qui pourront être imposées pendant le cours de la concession, il n'est pas obligé de les payer, à moins que les arrêtés d'autorisation ne contiennent l'obligation de se soumettre aux redevances de voirie. Si l'arrêté d'autorisation prévoit la revision quinquennale, ou se réfère aux clauses de l'arrêté interministériel du 3 août 1878 relatives à la revision; on pourrait appliquer cette revision et ramener, d'après le décret du 17 octobre 1907, l'ancien taux des redevances au taux actuel, au moment où la période de revision sera arrivée.

Une Société adhérente demande si l'article 10 de son traité ainsi conçu : « Les frais et droits auxquels donnera lieu la présente concession seront supportés par le concessionnaire », paraît s'appliquer à d'autres frais et droits que les frais et droits d'enregistrement.

Le Comité consultatif répond que dans la clause ci-dessus les parties ont voulu parler des frais d'acte et d'enregistrement. Par conséquent, si la concession est antérieure à la loi du 15 juin 1906 la Compagnie peut résister pour les frais de contrôle en suivant la procédure déjà indiquée par le Comité consultatif à plusieurs reprises.

Difficultés avec les abonnés. — Un membre du Syndicat demande s'il peut faire annuler la police qui a été passée par son prédécesseur avec un de ses parents la veille de la prise en possession de l'usine électrique, s'il peut poursuivre cet abonné pour l'installation d'une nouvelle lampe et à qui incomberaient les frais d'enregistrement et l'amende pour défaut de timbre et d'enregistrement de cette police.

Le Comité consultatif répond que la police ne stipulant aucune consommation de courant, il serait dangereux, dans ces conditions, de poursuivre l'abonné pour vol d'électricité à raison de l'installation d'une lampe supplémentaire.

Le consultant peut tenter de poursuivre l'annulation de la police comme ayant été faite en fraude de ses droits, mais à la condition de pouvoir établir la mauvaise foi du vendeur de la concession et de l'abonné.

Quant à la question de l'enregistrement, il est certain que l'amende est encourue du fait que la police n'est pas sur timbre. Le consultant ayant pris le bénéfice de cette police, puisqu'il cherche à la faire annuler, pourrait, par suite, être condamné à l'amende. L'abonné qui a signé le serait également.

Vol d'électricité. — MM. X.... communiquent un jugement rendu dans une question de vol d'électricité et demandent si le Comité leur conseille d'appeler de ce jugement. Le Comité consultatif répond que les consultants ont intérêt à poursuivre et à ne pas laisser une telle jurisprudence s'établir. Le nombre de bougies et la consommation correspondante ne peuvent, en effet, être considérés que pour chaque lampe, et non pour l'installation tout entière, puisque le prix doit être payé à raison de tant la lampe d'un nombre déterminé de bougies.

Droit de surélever un barrage. — Une Société électrique demande si la loi discutée dans la séance du 16 juillet 1910 de la Chambre des Députés ne modifie pas les appréciations que le Comité avait données en 1908 sur l'interprétation de son traité d'électricité. Ce traité a donné à la Société le droit d'établir à ses frais une prise d'eau sur un torrent, sans faire aucune restriction, quant à la nature et à la puissance des ouvrages. Ladite Société demande si elle peut surélever son barrage actuel.

Le Comité consultatif répond, sur la première question, que le projet de loi sur les forces hydrauliques auquel il est fait allusion a été transmis au Sénat qui ne l'a pas encore voté; par suite, il ne saurait intervenir dans la question actuellement posée par la Société.

En ce qui concerne la seconde question et après examen des documents communiqués, le Comité consultatif répond que la Société électrique peut demander l'autorisation de surélever son barrage et agir dans ce but auprès de la municipalité, en invoquant le traité de concession. Étant donné, en effet, que la force hydraulique est prévue dans ce traité, que la chute est concédée à la Société, et que la ville s'est réservé, en fin de concession, de reprendre possession de ladite chute et des ouvrages à un prix fixé à dire d'experts, la Société paraît bien avoir le droit d'utiliser la chute et de l'aménager au fur et à mesure des besoins du service.

La réserve que la ville a faite, dans une concession qu'elle vient de donner à un autre usinier, semble bien indiquer que c'est ainsi qu'elle interprète le traité et qu'elle estime que la Société électrique consultante pourrait revendiquer des droits en opposition de ceux concédés audit usinier.

Dans l'intervalle des séances l'avis suivant a été donné à un adhérent.

Application de la loi du 15 juin 1906. — Un adhérent est en pourparlers avec la municipalité pour la concession d'une distribution d'énergie électrique pour tous usages, y compris l'éclairage privé. La municipalité veut imposer comme prix du privilège un certain nombre de redevances en nature : fournitures gratuites de lampes à arc et du courant pour les alimenter. Le consultant demande si ces fournitures gratuites ne constituent pas des avantages interdits par l'article 9 de la loi de 1906.

L'avis ci-dessous a été transmis :

L'article 9 de la loi de 1906, visé par la question ci-dessus, est ainsi conçu :

Art. 9. — L'acte de concession ne peut imposer au concessionnaire une charge pécuniaire autre que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18, ni attribuer à l'État ou à la commune des avantages particuliers autres que les prix réduits d'abonnements qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes.

La commune peut-elle prétendre que cet article 9 n'est applicable qu'en ce qui concerne les redevances pour l'occupation du domaine public communal, mais qu'il ne fait nul obstacle à ce que la commune impose une redevance spéciale en compensation du domaine exclusif qu'elle accorde ?

Cette interprétation ne nous semble pas soutenable. Il est vrai que le rapport de M. Janet à la Chambre des Députés, sur le projet de loi, devenu la loi du 15 juin 1906, sur les distributions d'énergie électrique, déclare que cet article « a pour objet d'empêcher l'État et les communes de se constituer abusivement des ressources budgétaires au détriment des concessionnaires et, par suite, au détriment des abonnés des distributions d'énergie ». Mais il ne faudrait pas considérer cette explication du rapporteur comme limitative à l'interdiction des redevances pécuniaires autres que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18 de la loi de 1906, c'est-à-dire les redevances pour occupation du domaine public réglementées par le décret du 17 octobre 1907.

En effet, l'article 9 ne parle pas seulement de « charges pécuniaires autres que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18 »; il ajoute que l'acte de concession ne peut pas non plus « attribuer à l'État ou à la commune des avantages particuliers autres que les prix réduits d'abonnements qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes ».

Que faut-il entendre par ces *avantages particuliers autres que les prix réduits d'abonnement qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes*, si ce n'est des avantages autres que les réductions de prix spéciales à l'éclairage public ou aux services publics de la commune ? Or, parmi ces avantages interdits par cette disposition de l'article 9 de la loi de 1906, ne faut-il pas comprendre évidemment la gratuité de certaines fournitures et notamment de fournitures d'appareils d'éclairage public et du courant destiné à les alimenter ?

Sans doute, dans les traités antérieurs à la loi de 1906 et au cahier des charges-type, il n'était pas rare de voir la fourniture des appareils de l'éclairage public mise à la charge du concessionnaire. Mais c'est qu'il y avait alors un prix forfaitaire fixé pour l'éclairage public et qu'on pouvait considérer la fourniture et l'entretien des appareils comme compris dans ce prix forfaitaire, avec la fourniture du courant. Mais il y a lieu d'observer, en ce qui concerne le cahier des charges-type, que l'article 12 de ce cahier des charges semble priver la fourniture de l'éclairage public basée sur un tarif maximum de l'éclairage des particuliers, ayant subi une certaine réduction de ... pour 100. Il semble donc qu'en cas de prix forfaitaire ce dernier devrait être basé sur l'application du prix de l'éclairage particulier au compteur, réduit dans une certaine proportion pour les services publics, ledit prix étant calculé pour l'ensemble de l'éclairage annuel, d'après la consommation de courant faite par les appareils, le nombre de ceux-ci, et le nombre des heures d'éclairage pendant l'année. Un tel calcul laisserait donc de côté la fourniture des appareils, et il n'y a guère de raison d'admettre que cette fourniture pourrait être gratuite à moins qu'on ne la considérât comme faisant partie du matériel de la distribution, ce qui semble difficile.

Dans tous les cas, il est absolument certain que le courant ne pourrait être fourni gratuitement. Les seuls avantages que l'article 9 de la loi de 1906 autorise au bénéfice des communes doivent se trouver dans l'application des prix réduits d'abonnement qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes. Par conséquent, le prix de l'éclairage public ne peut être calculé que comme nous venons de l'indiquer en ce qui concerne la fourniture du courant : même réduction du tarif particulier au compteur que pour les services publics, le prix forfaitaire de l'éclairage public devant être basé sur une quantité équivalente de fournitures au compteur faites à ces services.

Accidents du travail. — Les espèces suivantes ont été communiquées au Comité :

Cour de cassation. — 8 février 1911, Paufigue frères contre Camard. Accidents du travail, aggravation, demande de revision, recevabilité, délai, rente, frais médicaux (*Loi*, 21 mars 1911).

Tribunal civil. — Rouen, 25 février 1911, Lemoine contre Malleville. Accidents du travail, diminution de capacité, relation de cause à effet, preuve, héritiers, décès de la victime, expertise impossible (*Loi*, 21 mars 1911).

Communications diverses. — M. le Secrétaire communique le numéro de la Revue des Concessions départementales et communales de janvier-février 1911, qui contient divers arrêts intéressants, notamment l'arrêt du Conseil d'État du 11 novembre 1910 : Ville de Longwy contre Société d'exploitation des tramways de Longwy, contre Compagnie du gaz de Longwy, concession donnée à un électricien, atteinte au privilège du concessionnaire de gaz, préjudice, expertise. Le jugement du Tribunal civil de Narbonne du 17 mai 1910 : Consorts L. contre Société méridionale de transport de force, fils placés contre la façade d'une maison, compétence administrative. Le jugement du Tribunal correctionnel de la Seine du 10 décembre 1910 : Ministère public et Compagnie générale de distribution d'énergie électrique contre Santucci et autres, sabotage de l'usine d'énergie électrique, entraves à la liberté du travail, condamnation, etc.

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société biterroise de force et lumière. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 28 mars 1911, nous extrayons ce qui suit :

COMPTE D'EXPLOITATION GÉNÉRALE.

Débit.

	fr
Frais de production et de distribution du courant...	210665,06
Excédent de recettes...	190344,78
	401009,84

Crédit.

Vente de courant...	399356,44
Locations diverses...	1653,40
	401009,84



COMPTE D'EXERCICE.

Débit.

Intérêts aux obligataires	91728,00
Frais généraux d'agios	21007,77
Solde bénéficiaire de l'année	77609,01
	190344,78

Crédit.

Solde du compte d'Exploitation générale	190344,78

Si nous comparons le Tableau précédent à celui de l'exercice 1909, nous trouvons que les recettes ont augmenté de 40127,59 fr et les dépenses d'exploitation de 25072,24 fr.

Le bénéfice de l'exercice 1910 est de 77609,01 fr. Nous nous proposons d'amortir sur cette somme : 1° en entier, l'article « Acquisitions de concessions d'éclairage », soit 14000 fr; 2° en partie « Installations particulières gratuites » 16230,85 fr.; au total 30230,85 fr; reste 47378,16 fr. Après déduction de la réserve légale 2368,91 fr, nous obtenons 45009,25 fr, somme à laquelle il faut ajouter le report de l'exercice 1909, 2707,58 fr pour avoir le solde disponible de 47716,83 fr. Le solde permet de répartir, comme l'année dernière, un dividende de 3 pour 100, soit 42000 fr, et de reporter à l'exercice suivant la somme de 5716,83 fr.

Si vous approuvez cette répartition des bénéfices, le montant des amortissements effectués au cours des deux derniers exercices sera de 186336,45 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1910.

Actif.

	fr
1. Valeurs immobilisées amortissables	3878878,08
2. Valeurs disponibles	113118,66
3. Comptes des tiers	62477,26
	4054474,00

Passif.

1. Compte du capital	3405081,95
2. Comptes des tiers	569075,46
3. Résultats	80316,59
	4054474,00

Énergie électrique du nord de la France. — Du rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 24 mars 1911, nous extrayons ce qui suit :

L'Assemblée générale des actionnaires a ratifié en tant que de besoin les amortissements et prélèvements faits en vertu de l'article 42 des statuts, soit : Amortissements, 153785,18 fr; prélèvement pour fonds de renouvellement, 36666,65 fr; soit au total 231951,83 fr. Sur les bénéfices nets compris le solde reporté de l'an dernier, se montant au total à 270730,63 fr, l'Assemblée décide de prélever : 5 pour 100 à la réserve légale 13536,53 fr et un dividende de 4 pour 100, soit 227083,33 fr, soit un total de 240619,86 fr; il serait reporté à nouveau à 30110,77 fr.

BILAN D'ENTRÉE AU 1er JANVIER 1911.

Actif.

	fr
Apports	300000 »
Terrains, bâtiments et raccordement	2514511,97
Installations électriques et mécaniques, réseaux	8943260,88
Extension Wasquéhal	1983409,90
Mobilier et outillage	1 »
Portefeuille de contrats	1 »
Frais de constitution et de premier établissement	1 »
Prime de remboursement des obligations et frais d'émission	1312323,99
Portefeuille	3028500 »
Banques et Caisses, débiteurs divers, loyers et redevances d'avance, impôts sur titres	1013403,13
Magasins et approvisionnements	536459,39
Entreprise des travaux de la Compagnie du Nord	153670,38
Compte d'ordre. Travaux de la ville de Tourcoing	152763,22
	19838305,86

Passif.

Capital actions	7000000 »
Obligations en circulation	9958050 »
Réserve légale	13536,53
Fonds de renouvellement	140000 »
Acquisitions payables par annuités	260500 »
Titres à libérer	419625 »
Entreprise des travaux d'agrandissements de Wasquéhal	589816 »
Dividende 1910	227083,33
Créditeurs divers	944283,36
Entreprise des travaux de la Compagnie du Nord	102087,65
Compte d'ordre. Travaux de la ville de Tourcoing	152763,22
Bénéfices reportés	30110,77
	19838305,86

COMPTE DE PROFITS ET PERTES.

Recettes.

	fr
Bénéfices d'exploitation	808790,77
Revenus du portefeuille et divers	93267,61
Part de la charge des emprunts imputable au premier établissement	63593,90
	965652,28

Dépenses.

Intérêts des emprunts	467309,59
Moins-values et divers	23704,64
Bénéfices de l'exercice	474638,05
	965652,28

L'Union électrique. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 28 décembre 1910, nous extrayons ce qui suit :

Les bénéfices nets de l'exercice s'élèvent ainsi à 272422,50 fr. Nous vous proposons de prélever sur cette somme pour amortir complètement les frais de l'augmentation du capital 24418,75 fr. Pour amortir le compte Mobilier 150,85 fr. Pour amortir partiellement le compte Outillage (ramené ainsi à 20000 fr) 9694,95 fr, soit un total de 34264,55 fr. Nous vous proposons de doter le Fonds d'amortissements des immobilisations de 75000 fr; ce compte atteindra ainsi la somme de 150000 fr. Produits nets des bénéfices de l'exercice 163157,95 fr (en 1908-1909, 135100,10 fr). Sur cette somme il y a lieu de prélever 5 pour 100, soit 8157,85 fr pour la réserve légale, qui atteindra ainsi 24620,10 fr, reste 155000,10 fr. A ajouter le solde reporté de 1908-09, 3584,35 fr; total 158584,45 fr. Nous vous proposons de distribuer à titre d'intérêt 5 pour 100 sur le capital social de 3000000, soit 150000 fr, et de reporter à nouveau, pour 1910-1911, 8584,45 fr.

BILAN GÉNÉRAL AU 1er JUILLET 1910.

Actif.

	fr
1. Immobilisations	6727554,20
2. Actif réalisable :	
a, à terme	126368,85
b, disponible	460659,65
	7314582,70

	1904-1905.	1905-1906.	1906-1907.	1907-1908.	1908-1909.	1909-1910.
Nombre d'abonnés	1454	1675	1845	2092	2118	2270
Nombre de lampes (réduites en unités de 10 bougies)	8674	9130	10325	11923	12528	13236
Nombre de HP en service	1816	1831	1920	2116	2377	2448

	1904-1905.		1905-1906.		1906-1907.		1907-1908.		1908-1909.		1909-1910.	
	Électric.	Gaz.	Électric.	Gaz.	Électric.	Gaz.	Électric.	Gaz.	Électric.	Gaz.	Électric.	Gaz.
Recettes brutes (y compris les bénéfices sur installations)	352 639	42 502	438 287	47 793	436 577	48 537	523 446	54 076	526 986	62 445	561 421	69 918
Dépenses d'exploitation et entretien	133 252	35 397	148 004	38 212	169 698	45 775	166 692	48 376	173 860	55 559	190 513	52 720
Différence	219 387	7 105	290 282	9 581	266 879	2 762	356 763	5 699	353 126	6 886	370 908	17 198
	226 492		299 863		269 641		362 453		360 012		388 106	

Passif.

1. Engagements sociaux	3222027,75
. Engagements envers les tiers :	
a, à terme	3472500 »
b, exigibles	611470,50
3. Profits et pertes	8554,45
	7314582,70

COMPTE DE PROFITS ET PERTES AU 30 JUIN 1910.

Débit.

Intérêts	81375,95
Frais généraux, administration (28277,15 en 1908-09).	21381,80
Tantième, location, divers	3881,05
Solde créditeur	272422,50
	379061,30

Crédit.

Agios, rabais	879,80
Produits nets du Secteur (360012,05 en 1908-09)	378181,50
	379061,30

CORRESPONDANCE.

A propos des essais de traction monophasée des Chemins de fer du Midi.

M. F. Thévenot fils, 46, rue Cadroin, Bordeaux, nous écrit à ce sujet :

« Les poteaux en béton armé, soutenant les consoles de la maison Vedovelli, appartiennent à la maison Thévenot fils de Bordeaux qui en a traité directement la fourniture à la Compagnie des Chemins de fer du Midi.

» Ces poteaux sont, du reste, protégés par M. Thévenot, tant en France qu'à l'étranger. »

INFORMATIONS DIVERSES.

Traction. — TRANSFORMATION D'UNE LIGNE DE TRACTION MONOPHASÉE EN COURANT CONTINU A HAUTE TENSION. — La Société de traction et d'éclairage de Milwaukee vient de modifier ses trois lignes principales qui fonctionnaient avec du courant monophasé pour y introduire le courant continu à la tension de 1200 volts. L'énergie primaire est fournie par trois usines génératrices sous forme de courant alternatif triphasé à 3800 volts qui est ensuite transformé en courant continu dans des sous-stations. Le matériel roulant se compose de 25 voitures à voyageurs et de 4 wagons à marchandises. Les motrices sont pourvues de 4 moteurs de 75 et 125 chevaux dont les enroulements sont calculés pour 600 volts, ce qui exige leur mise en série par deux sur les sections à 1200 volts. Pour l'éclairage et la commande des signaux, on réduit la tension de 1200 à 600 volts de l'aide de convertisseurs. Deux groupes à 600 volts fonctionnant en série peuvent alimenter, en cas de besoin, le réseau à haute tension. La ligne est constituée soit par des conducteurs en cuivre, soit par des conducteurs en aluminium suspendus à des poteaux en bois ou en fer.

APPLICATION DE LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL EN ALLEMAGNE POUR PRÉVENIR EN CAS DE TEMPÊTE. — L'Administration des Postes de l'Empire allemand va sous peu installer à Dantzig un poste radiotélégraphique destiné à prévenir les navires croisant au large en cas de tempête. Le service avertisseur est organisé de la façon suivante sur la mer du Nord : l'observatoire avise d'abord la station de télégraphie sans fil de Norddeich. Aussitôt celle-ci répète trois fois l'avis reçu et le réitère plus tard une fois encore et très lentement. Il en est de même sur la mer Baltique où c'est le poste de Bülk qui transmet les avis. Tout navire qui reçoit l'avis radiotélégraphique du danger doit, de son côté, informer les vaisseaux qu'il rencontre sur sa route au moyen des signaux optiques qui le jour sont donnés par une boule noire et une ou deux perches noires dressées, entre deux mâts, et la nuit, par un projecteur émettant les « points » et les « traits » de la télégraphie ordinaire. A un point correspond une durée d'illumination de 3 secondes; à un trait, 9 secondes environ. Pour fixer l'attention des navires en cas de brume ou de temps sombre, on fait décrire un cercle au projecteur tourné vers le ciel. Si le cercle est décrit vers la droite, on indique par là que le vent vient de la droite et inversement. Pendant le jour on donne la direction d'un vent au moyen d'une flamme.



Tome XV. **N° 179. — 9 juin 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Les perfectionnements apportés dans la construction des machines dynamos électriques ont permis d'en diminuer considérablement les dimensions sans que le rendement ait eu à en souffrir. Les machines actuelles sont donc supérieures aux anciennes comme économie de construction.

Mais en diminuant les dimensions on a diminué la surface de refroidissement. Il est donc indispensable, dans le calcul d'une machine, de pouvoir déterminer, avec la plus grande approximation possible, les pertes de la machine par échauffement. Ce sont les pertes de ce genre et principalement les pertes par courants de Foucault que M. E. Boulardet examine dans son article sur l'**échauffement des dynamos électriques** (pages 508 à 513).

D'après M. D. Reichinstein la polarisation de concentration ne suffit pas à expliquer les **phénomènes de fatigue des éléments galvaniques**. On trouvera pages 515 et suivantes la description des expériences qui l'ont conduit à cette conclusion ainsi que l'explication qu'il propose.

La tendance actuelle est de remplacer les petits réseaux de distribution isolés par de grands réseaux couvrant des territoires étendus. Un article de M. B. Jackson publié dans le précédent numéro (p. 465) montrait les avantages résultant de ce fusionnement des réseaux. Dans ce numéro on trouvera (p. 518-520) une étude de M. Wood sur les conditions que doivent remplir les **systèmes de transmission au point de vue de l'exploitation**.

L'électrosidérurgie prend chaque jour une extension nouvelle. On trouvera page 521 à 526 plusieurs articles sur ce sujet. M. Elwell montre que le **four à induction** présente certains avantages pratiques et M. B. Neumann décrit quelques-uns des **nouveaux fours** employés en électrosidérurgie. Le **raffinage électrolytique de l'argent et de l'or** à la Monnaie de Philadelphie est exposé page 526.

Dans son article **excursion dans le Sud de la France**, M. A.-L. Racapé continue le compte rendu, commencé dans le numéro du 14 avril, du voyage effectué fin mars dernier par la Société internationale des Électriciens. A l'exception de l'usine de Ventavon dont, malgré maintes promesses remontant à près de deux ans, nous n'avons pu obtenir de description, les usines visitées par les excursionnistes ont été précédemment décrites dans ces colonnes à l'occasion du Congrès des Applications de l'Électricité qui eut lieu à Marseille en septembre 1908. Aussi M. Racapé n'a-t-il fait que signaler les points saillants de ces installations, nous laissant le soin de rappeler aux lecteurs, qu'ils en trouveront une description plus détaillée dans le tome X de ce journal (1). Nous avons cependant cru utile de reproduire à nouveau la carte des réseaux desservis par ces usines, cette carte permettant de suivre plus facilement le trajet des excursionnistes.

J. B.

(1) Particulièrement dans le numéro du 30 avril 1908, p. 126 à 155.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES; SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE; SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ; CHAMBRE SYNDICALE DE L'ÉCLAIRAGE ET DU CHAUFFAGE PAR LE GAZ ET L'ÉLECTRICITÉ; CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

ONZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : Arrêtés du 20 mai 1911 du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes portant approbation de types de compteurs électriques, p. 534.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

ONZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : Cotisations, p. 506. — Bibliographie, p. 506. — Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat, p. 506.

Cotisations.

Messieurs les Membres adhérents du Syndicat, qui n'ont pas encore fait parvenir le montant de leur cotisation au secrétariat, sont informés que, conformément aux avis parus précédemment, leur quittance sera présentée à domicile, à partir du 15 juin courant, augmentée de 0,50 fr, pour les frais de recouvrement.

Nous les prions très instamment de bien vouloir réserver bon accueil à ce reçu ou, en cas d'absence, de laisser des ordres pour qu'il soit payé à présentation.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

10° Les affiches dont l'apposition est prescrite par les lois réglementant le travail (voir *Bulletin* de juin 1905);

11° Les affiches « Dangers de l'alcoolisme » et « Conseils pour éviter la tuberculose »;

12° L'affiche indiquant les secours en cas d'accidents dus aux conducteurs d'énergie électrique;

13° La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et les principaux décrets, arrêtés et circulaires relatifs à l'application de cette loi (par brochures séparées);

14° La convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris.

15° Imprimés préparés pour *demandes de concession* de distribution d'énergie électrique (conformes au cahier des charges type);

16° *Arrêté technique du* 21 mars 1911, en application de la loi du 15 juin 1906.

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

PRÉFECTURE DE LA SEINE. — Arrêté relatif à la publication des rôles des droits d'épreuve ou de vérification des appareils à vapeur et des récipients de gaz comprimés ou liquéfiés pour le 4e trimestre de l'année 1910, p. 534.

JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX. — Force motrice prise en location. — Patente. — Détermination de la valeur locative, p. 538.

AVIS COMMERCIAUX. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XXIX.

Tableau des cours du cuivre, p. XXIX.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.

Téléphone : 225-92.

ONZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

SOMMAIRE : Liste des nouveaux adhérents, p. 507. — Bibliographie, p. 507. — Compte rendu bibliographique, p. 507.— Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 507.



Liste des nouveaux adhérents depuis le 12 mai 1911.

Membre actif.

M. LECLERC-MONTMOYEN (Henri), Licencié ès sciences, Station électrique, à Vatan (Indre), présenté par MM. Eschwège et E. Fontaine.

Membre correspondant.

M. FEBVRE (Rémy-Marie-Léon), Ingénieur électricien, 57, faubourg Saint-Nicolas, Beaune (Côte-d'Or), présenté par MM. Eschwège et E. Fontaine.

Bibliographie.

1° Collection complète des Bulletins de 1896 à 1907.

2° Loi du 9 avril 1898, modifiée par les lois des 22 mars 1902 et 31 mars 1905 concernant la responsabilité des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail;

3° Décrets portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi du 9 avril 1898;

4° Circulaire ministérielle du 19 août 1895 : secours à donner aux personnes foudroyées (courant continu);

5° Secours à donner aux personnes foudroyées (courant alternatif);

6° Études sur l'administration et la comptabilité des Usines électriques, par A.-C. Ray;

7° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant continu);

8° Instructions pour l'entretien et la vérification des compteurs (courant alternatif);

9° Rapport de la Commission des compteurs présenté au nom de cette Commission par M. Rocher au Congrès du Syndicat, le 13 juin 1903;

10° Rapport de la Commission des compteurs relatif aux réponses des constructeurs de compteurs aux *desiderata* qui leur ont été soumis par la Commission.

11° Modèle type de bulletin de commande de compteurs;

12° Décret sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les établissements mettant en œuvre des courants électriques;

13° Loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, et les principaux décrets, arrêtés et circulaires pour l'application de cette loi;

14° Modèle de police d'abonnement;

15° Calculs à fournir dans l'état de renseignements joint à une demande de traversée de voie ferrée par une canalisation électrique aérienne;

16° Guide juridique et administratif des entrepreneurs de distributions d'énergie électrique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 et de ses annexes par Ch. Sirey;

17° Instructions générales pour la fourniture et la réception des machines;

18° Cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieure à 2000 volts;

19° Communication de M. Zetter sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

20° Arrêté technique du 21 mars 1911;

21° Cahier des charges type pour le cas de concession par communes;

(*Adresser les commandes à M. le Secrétaire général.*)

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES DYNAMOS.

L'échauffement des dynamos électriques.

Pendant les dernières années les dimensions des machines dynamos électriques ont subi une diminution graduelle pour une même puissance, sans sacrifice sensible sur le rendement.

En ce qui concerne la machine à courant continu, l'induit en anneau a été remplacé d'une manière générale par l'induit en tambour denté; l'entrefer est maintenant considérablement réduit, les encoches sont larges, ce qui impose l'emploi de pièces polaires feuilletées pour éviter ou tout au moins pour atténuer les pertes par courants de Foucault.

Comme conséquence de ces modifications, la valeur de l'induction magnétique dans l'entrefer a considérablement augmenté; elle est passée de 4000 environ à 10000 et même 12000 unités par centimètre carré, malgré cela les ampères-tours d'excitation ont diminué ainsi que la dispersion magnétique, laquelle est dans les nouveaux types le quart ou le cinquième de ce qu'elle était dans les machines à anneau lisse.

Grâce aux pôles auxiliaires de commutation, le fonctionnement des balais est maintenant excellent quelle que soit la charge et la réaction du courant d'armature.

Les machines modernes ont donc des avantages marqués sur les anciennes, mais par suite de leurs faibles dimensions, la chaleur développée est difficilement évacuée et, à ce point de vue, les machines actuelles sont désavantagées par rapport aux anciennes.

Le développement de chaleur dans les enroulements de l'induit et des inducteurs est sensiblement le même que dans les anciennes machines, mais la perte dans le fer est considérablement augmentée, en fonction de la valeur du flux dans l'entrefer et cette perte ne peut être ramenée à une valeur admissible que par le fonctionnement à une vitesse angulaire modérée.

La chaleur développée par les charbons est relativement considérable pour les machines à basse tension. Avec une vitesse égale à 10 m : s, la perte aux charbons peut être évaluée à 1,5 watt-ampère.

La quantité de chaleur produite dans la machine peut seulement être employée à chauffer le moteur lui-même ou dissipée par radiation ou par conduction à l'aide d'un courant d'air froid, c'est-à-dire par ventilation.

Il est à peu près impossible de déterminer à l'avance l'échauffement de l'induit, à cause de la grande différence entre les pertes dans le fer calculées et les pertes réelles.

Une étude détaillée de la question a montré que le désaccord entre le calcul et la réalité était d'autant plus grand que les encoches étaient limées avec moins de soins, c'est-à-dire d'autant plus grand que les bords des disques sont plus repliés et court-circuités les uns entre les autres.

Si les pertes par hystérésis et par courants de Foucault sont déterminées séparément, on remarque vite que les pertes réelles par hystérésis sont trouvées égales à celles calculées, les pertes par courants de Foucault étant plusieurs fois plus grandes que celles relevées à l'essai en transformateur.

La valeur du facteur par lequel il faut multiplier les pertes calculées n'est pas constante pour un même induit mais augmente avec le flux et ce fait paraît dû à une rupture de l'isolant entre les tôles sous l'action d'une tension trop forte. Lorsque le flux augmente, le nombre de courts-circuits augmente et les pertes par courants de Foucault augmentent plus que proportionnellement au carré de la densité du flux.

La figure 1 montre les courbes de pertes de deux machines, la courbe A correspond aux pertes d'un moteur

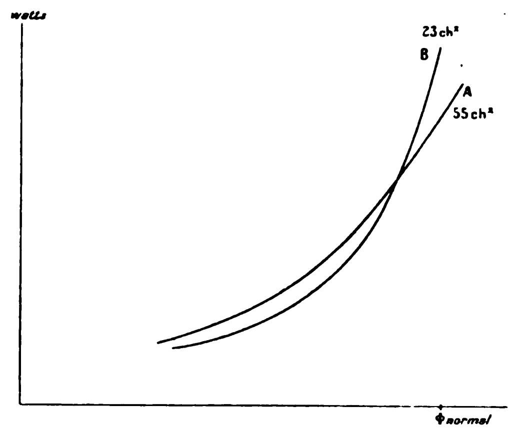


Fig. 1.

de 55 chevaux dont l'induit avait été construit très soigneusement, la courbe B à celles d'un moteur de 23 chevaux dont les encoches avaient été limées, les tôles ayant été elles-mêmes montées avec moins de soin. On voit que les pertes de la petite machine sont plus considérables que celles de la plus grande.

Avec un induit construit soigneusement, le facteur est approximativement *cinq* pour les valeurs normales du flux, mais ce facteur peut atteindre la valeur *dix* à *vingt* si les encoches ont été fraisées ou limées.

Ces résultats sont d'ailleurs parfaitement d'accord avec la théorie. M. Boucherot a en effet montré (*Bulletin de la Société des Électriciens*, n° 79, novembre 1908) que les courants de Foucault développés dans une masse de fer par un champ magnétique variant périodiquement et ayant son origine à l'extérieur étaient localisés à la surface de ce conducteur, dans une écorce conductrice dont l'épaisseur est extrêmement faible.



Si la perméabilité μ est constante, le courant est donné par l'expression

$$j = J_s e^{-bx} \cos(\omega t - bx),$$

en fonction des temps t et de la profondeur x, à partir de la surface extérieure ; le terme b a pour valeur

$$b = \sqrt{2\pi\mu c\omega},$$

c étant la conductibilité du métal et ω la pulsation.

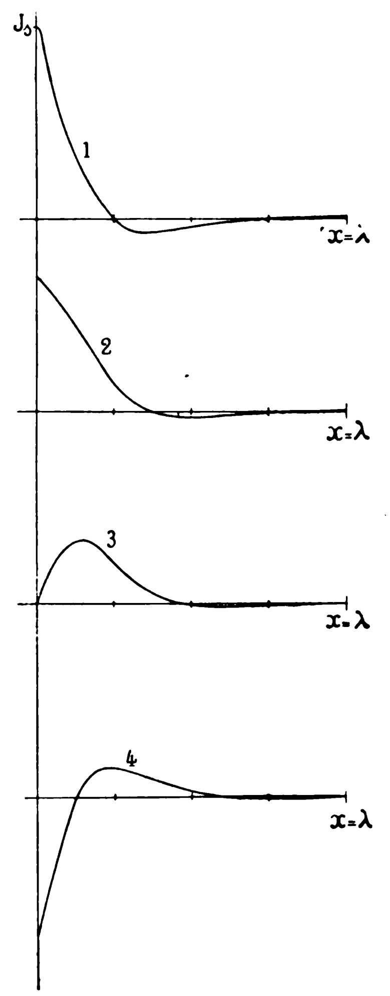


Fig. 2.

En pénétrant à l'intérieur du conducteur, la densité de courant instantané subit deux modifications :

1° Elle diminue en valeur absolue par suite de la présence du terme e^{-bx} ;

2° Elle se déplace de plus en plus proportionnellement à la distance x, par suite de la présence du terme $-bx$.

Pour

$$x = \frac{2\pi}{b}, \quad \frac{4\pi}{b}, \quad \ldots,$$

la densité de courant est en phase avec celle qui existe à la surface, elle est égale à

$$J_s e^{-bx} \cos \omega t.$$

La longueur

$$\lambda = \frac{2\pi}{b}$$

peut être appelée la longueur d'onde dans le conducteur considéré.

M. Boucherot a fait le calcul de cette longueur d'onde pour le fer et pour la fréquence *cinquante*, elle est égale à 3,5 mm. A cette profondeur le courant est déjà très faible et égal à 0,00187 J ; la figure 2 montre la forme de la densité du courant à des époques

$$\omega t = 0, \qquad \omega t = \frac{\pi}{4}, \qquad \omega t = \frac{\pi}{2} \qquad \text{et} \qquad \omega t = \frac{3\pi}{4}.$$

La perte par effet Joule est égale à

$$RI^2 = \frac{J_s^2}{4bc},$$

et la résistance est

$$R = \frac{b}{c};$$

on en déduit

$$\frac{1}{c}\,\frac{1}{\varepsilon} = \frac{b}{c},$$

et

$$\varepsilon = \frac{1}{b} = \frac{\lambda}{2\pi},$$

ε étant l'épaisseur de la coque fictive qui donnerait la même résistance pour un courant continu, cette épaisseur est environ le sixième de la longueur d'onde, soit, pour le fer et la fréquence *cinquante*, une épaisseur égale à 0,55 mm.

La fréquence des variations de flux dans les dents est en général beaucoup plus grande que *cinquante*, de sorte que l'épaisseur de cette coque est encore beaucoup plus faible que celle calculée ci-dessus et qu'elle est de l'ordre de grandeur de l'épaisseur de la couche conductrice formée par les bords des tôles en contact, de sorte que l'induit se comporte, au point de vue des courants de Foucault à la surface, presque comme une pièce massive, il est donc du plus grand intérêt de réaliser un empilage de tôles parfait, sans retouche à la lime ou à la fraise dans les encoches.

La variation du flux dans le paquet de tôles qui constitue l'induit amène la production des courants de Foucault dans ces tôles, ainsi que des pertes par hystérésis ; ces pertes peuvent être calculées avec une assez grande exactitude en se basant sur les essais en transformateur, mais nous avons vu que dans la pratique ces pertes sont négligeables devant les pertes à la surface, pertes qu'il est impossible de déterminer à l'avance, puisqu'elles dépendent de circonstances indépendantes du calcul de la machine.

Une construction soignée et un choix judicieux de l'isolant entre tôles permettant seuls de diminuer l'importance de ces pertes, il est absolument indispensable que la denture des disques de tôle soit exécutée d'une

manière parfaite afin qu'une retouche à la lime soit inutile.

Malgré toutes les précautions prises pendant la construction de l'induit, il est indispensable de majorer fortement les pertes calculées pour le fer, en moyenne dans le rapport de *dix* ou *quinze* à *un*, afin de déterminer la quantité de chaleur à dissiper, car autrement on serait amené à une surface de refroidissement beaucoup trop faible.

Il existe encore d'autres pertes par courants de Foucault en dehors de celles dans le fer : ce sont celles qui se produisent dans le cuivre logé dans les encoches de l'induit.

Le flux magnétique émanant des inducteurs ne passe pas en entier dans le fer des dents de l'induit, il en pase une partie dans le vide formé par l'encoche, et cette partie est d'autant plus importante que la saturation des dents est plus grande.

La force magnéto-motrice nécessaire pour vaincre la réluctance de la dent est disponible aux extrémités de l'entrefer constitué par l'encoche; entre a et b (*fig.* 3)

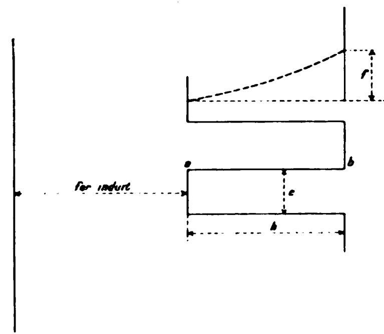


Fig. 3.

existe une force magnétomotrice F, cette force magnétomotrice crée un flux, proportionnel à la surface S de l'encoche ($S = cl$) et inversement proportionnel à la hauteur h de l'encoche, comme la valeur de la perméabilité μ est l'unité on a

$$\Phi' = \frac{FS}{h}.$$

Il se produit donc dans l'encoche, pendant la rotation de l'induit, une variation de flux de $-\Phi$ à $+\Phi$ quand cette encoche passe devant une paire de pôles, le cuivre qui se trouve dans cette encoche est donc le siège de courants de Foucault pour cette raison.

On pourrait rechercher quelle est la forme la plus avantageuse à donner aux pièces polaires pour que cette variation du flux inévitable produise la plus petite perte possible.

Lorsque la dent est fortement saturée, un certain nombre de lignes de force peuvent s'en échapper et passer par l'air pour retrouver le corps de l'induit; dans ce cas, si la section de la dent est constante, la saturation doit augmenter dans le sens des x positifs (*fig.* 4) et la ligne représentative de F est une courbe.

Il peut être intéressant de rechercher l'importance du flux dérivé de cette manière dans l'encoche.

Appelons S la section du fer de la dent, l la longueur de la dent suivant le rayon de l'induit, μ la perméabilité du fer; le flux magnétique qui passe dans la section B est égal à

$$\Phi = \frac{\mu s}{l} F = \mu s \frac{dF}{dx},$$

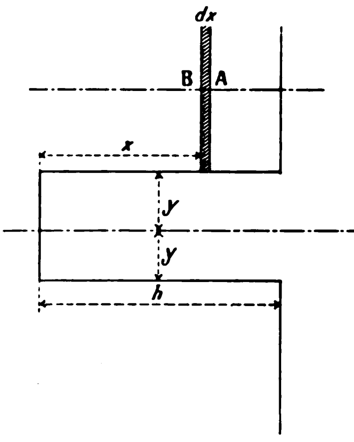


Fig. 4.

le flux qui passe dans la section BA est égal au flux Φ augmenté de sa différentielle, soit

$$\mu s \frac{d}{dx}(F + dF) = \mu s \left(\frac{dF}{dx} + \frac{d^2 F}{dx^2}\right);$$

la différence de ces deux valeurs

$$\mu s \frac{d^2 F}{dx^2}$$

est égale au flux dérivé dans l'encoche pour l'élément de longueur dx.

Il faut maintenant chercher la valeur de ce flux, pour cela nous ferons remarquer que le nombre de lignes de force émanant de dx est proportionnel à la section de passage qui leur est offerte, section approximativement égale en moyenne à

$$\frac{y+h}{2h} l\, dx,$$

ou plus simplement en général

$$\delta = 0{,}65\, l\, dx;$$

ce nombre de lignes de force est encore proportionnel à la force magnétomotrice en x, soit F, et inversement proportionnel à la longueur qu'elles ont à parcourir, longueur que nous supposerons constante et égale à 0,65 h, il en résulte donc

$$d\Phi = F\mu \frac{0{,}65\, l\, dx,}{0{,}65\, h};$$

ou, comme la perméabilité μ est égale à l'unité,

$$d\Phi = F \frac{l}{h} dx;$$

cette valeur de $d\Phi$ est égale à la différence que nous avons

trouvée ci-dessus, il vient donc

$$\mu s \frac{d^2 F}{dx} = \frac{l}{h} F\, dx.$$

Dans l'établissement de la relation ci-dessus, nous avons supposé que les valeurs de Φ et de s étaient constantes en réalité la dent est en général de forme trapézoïdale et sa section varie de $x = 0$ à $x = h$; pour plus de simplicité des formules, nous supposerons que la section est constante, ce qui est approximativement exact pour les grandes machines, lesquelles reçoivent précisément des enroulements en barres de section importante.

La perméabilité est également variable et dépend de la saturation, c'est-à-dire de la valeur de $\frac{dF}{dx}$; il n'existe pas de rapport simple entre les valeurs de μ et de $\frac{dF}{dx}$, mais dans la pratique la saturation admise pour les dents varie seulement de 16000 à 18000 environ et dans cette région d'emploi, la valeur de μ peut être considérée comme constante, de sorte que l'équation que nous avons établie peut être considérée comme suffisamment exacte, elle peut s'écrire

$$(1) \qquad \frac{d^2 F}{dx^2} = \frac{l}{\mu s h} F = a F.$$

La solution de cette équation du second ordre est

$$(2) \qquad F = A e^{\alpha x} + B e^{-\alpha x}$$

avec

$$(3) \qquad \alpha = \sqrt{a}.$$

Les constantes A et B doivent satisfaire aux conditions limites; en particulier, pour $x = 0$ on a

$$F = 0,$$

d'où

$$A + B = 0 \qquad \text{et} \qquad A = -B,$$

de sorte que la valeur de F peut s'écrire

$$F = A(e^{+\alpha x} - e^{-\alpha x}),$$

Pour $x = 0$, la force magnétisante doit être capable de créer la valeur de l'induction que nous choisissons et que nous appellerons, B_0, cette force magnétisante est

$$\frac{dF}{dx} = \frac{B_0}{\mu} = A\alpha(e^{\alpha x} + e^{-\alpha x})_{x=0};$$

on en tire

$$(4) \qquad A = \frac{B_0}{2\mu\alpha},$$

et l'expression de la valeur de F en fonction de x devient

$$(5) \qquad F = \frac{B_0}{2\mu\alpha}(e^{\alpha x} - e^{-\alpha x}).$$

Dans le but de rechercher l'ordre de grandeur des fuites magnétiques dans l'encoche, nous appliquerons cette formule à un exemple, la longueur l étant prise égale à 10 cm, avec

$$y = 1, \quad h = 3, \quad B_0 = 18000, \quad \mu = 75, \quad s = 10 \text{ cm}^2,$$

on trouve

$$F_{x=h} = 735 \text{ environ}$$

et

$$\frac{dF}{dx_{x=0}} = 240, \qquad \frac{dF}{dx_{x=h}} = 245 \text{ environ};$$

la courbe représentative de F peut être approximativement considérée comme une droite; la perméabilité étant supposée constante ainsi que la section, on voit que le flux passant dans l'encoche est très faible, de l'ordre de 2 pour 100.

En appliquant les formules ci-dessus on obtient la valeur du flux élémentaire, s'échappant de la tranche de largeur dx

$$d\Phi = \frac{Fl\,dx}{h},$$

en introduisant la valeur de F, on a

$$(6) \qquad d\Phi = \frac{l}{h}\frac{B_0}{2\mu\alpha}(e^{\alpha x} - e^{-\alpha x})\,dx;$$

intégrant de 0 à h on a

$$(7) \qquad \Phi = \frac{l}{h}\frac{B_0}{2\mu\alpha^2}(e^{\alpha h} + e^{-\alpha h} - 2),$$

ce flux est dans notre cas égal à 2,5 à 3 pour 100 du flux total passant dans la dent.

En réalité les choses ne se présentent pas aussi simplement, car la section de fer est variable et la longueur à parcourir par les lignes de force du flux de fuite n'est pas constante, elle croît proportionnellement à l'abscisse.

Si l'on veut calculer la valeur du flux dérivé en tenant compte de la longueur du circuit magnétique correspondant à l'élément de surface $l\,dx$ situé à l'abscisse x, l'équation différentielle devient

$$(8) \qquad \frac{d^2 F}{dx^2} = \frac{a}{x} F,$$

ou

$$(1\ bis) \qquad x\frac{d^2 F}{dx^2} - aF = 0;$$

en différentiant par rapport à x on a

$$x\frac{d^3 F}{dx^3} + \frac{d^2 F}{dx^2} - a\frac{dF}{dx} = 0,$$

pour

$$x = 0, \qquad F = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{dF}{dx} = b',$$

d'où

$$\frac{d^2 F}{dx^2} = ab';$$

on trouverait de même

$$\frac{d^3 F}{dx^3} = \frac{a^2}{2}b', \qquad \frac{d^4 F}{dx^4} = \frac{a^3}{6}b', \qquad \dots,$$

et la valeur de F devient

$$(9)\quad F = b'\left(x + a\frac{x^2}{2} + \frac{a^2}{1.2.3.2}x^3 + \frac{a^3}{1.2.3.4.6}x^4 + \dots\right)$$
$$= b'\left(x + \frac{a}{2}x^2 + \frac{a^2}{12}x^3 + \frac{a^3}{144}x^4 + \dots\right);$$

en différentiant deux fois de suite on trouve

$$\frac{d^2F}{dx^2} = b'\left(a + \frac{1}{2}a^2x + \frac{a^3}{12}x^2 + \dots\right);$$

or on a

$$\frac{a}{x}F = b'\left(a + \frac{1}{2}a^2x + \frac{a^3}{12}x^2 + \dots\right) = \frac{d^2F}{dx^2},$$

ce qui satisfait à l'équation différentielle (1 *bis*).

Pour $x = 0$ on a

$$F = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{dF}{dx_{x=0}} = b' = \frac{B_0}{\mu}.$$

En introduisant la valeur de a dans l'expression de F on voit que les termes de la série deviennent très petits à partir du second et qu'on peut poser approximativement

$$(10)\qquad F = b'\left(x + \frac{a}{2}x^2\right).$$

Dans ce cas le flux de force dérivé dans l'encoche pour l'élément $l dx$ est égal à

$$d\Phi = F\frac{0,65\, l\, dx}{1,3x} = \frac{0,65}{1,3}\, l\, \frac{F}{x}\, dx,$$

ou en introduisant la valeur de F

$$d\Phi = 0,5\, l\, b'\left(1 + \frac{a}{2}x\right)dx.$$

Le flux total dérivé dans l'encoche est l'intégrale prise de 0 à h de cette expression, ou

$$(11)\qquad \Phi = 0,5\, l\, b'\left(\int_0^h dx + \frac{a}{2}\int_0^h x\, dx\right)$$
$$= 0,5\, l\, b'\left(h + \frac{a}{4}h^2\right).$$

En reprenant les valeurs de r, l, μ utilisées ci-dessus le flux dérivé dans l'encoche est de l'ordre de 2 pour 100 du flux passant dans la dent.

Les formules établies plus haut, bien qu'incomplètes, montrent cependant que, pour des inductions élevées, l'encoche livre passage à une certaine portion du flux de force, et que par conséquent le choix d'une induction élevée dans les dents peut contribuer à échauffer notablement le cuivre de l'armature et augmenter les pertes à vide, plus particulièrement dans le cas de grande vitesse angulaire, nous allons chercher à apprécier la valeur de ces pertes.

Considérons une encoche de hauteur h, de largeur $2y$ et cherchons la perte par courants de Foucault dans une barre occupant la section hy.

Nous supposerons pour simplifier que la variation du flux est sinusoïdale et que la pulsation est ω.

La résistance d'un circuit élémentaire dans la barre, constitué par deux conducteurs de largeur dz (*fig.* 5)

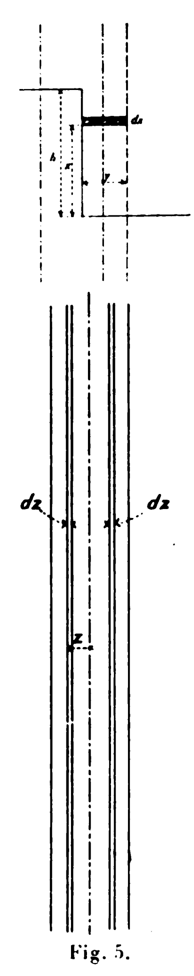


Fig. 5.

et d'épaisseur dx placés symétriquement par rapport à l'axe de la barre, est égale à

$$R = \frac{2\rho l}{dx\, dz},$$

en négligeant la résistance des extrémités.

Le flux traversant la section $2zl$ est égal à

$$\Phi = \frac{\Phi_x}{y}2z,$$

en désignant par Φ le flux total dans la section yl.

La perte en chaleur dans l'élément considéré, toutes réductions faites, a pour valeur [1]

$$dW = \frac{\omega^2}{4\rho l}\Phi^2\, dx\, dz,$$

[1] En supposant nulle la self-induction du circuit élémentaire.

et la perte totale dans l'élément d'épaisseur dx et de largeur y est donnée par l'expression

$$(12)\quad W = \frac{\omega^2}{4\rho l}\int_{-\frac{y}{2}}^{+\frac{y}{2}} \Phi^2\,dx\,dy = \frac{\omega^2}{4\rho l}dx\int_{-\frac{y}{2}}^{+\frac{y}{2}} \frac{\Phi_x^2}{y^2}\,4z^2\,dz$$

$$= \frac{\omega^2}{\rho l}\frac{\Phi_x^2}{12}y\,dx.$$

Il nous faut maintenant rechercher la valeur du flux Φ passant dans l'encoche, en x, dans l'élément dx; l'équation (11) nous donnera la valeur du flux dérivé dans l'encoche en x; on a en effet, en négligeant les termes supérieurs

$$\Phi_{1,x} = 0,5\,l\,\frac{B_0}{\mu}(h - x);$$

d'autre part, sous l'action de la force magnétomotrice F, l'encoche est traversée dans toute sa hauteur h par un flux constant donné par l'expression

$$\Phi_2 = \frac{F}{h}s = \frac{F}{h}ly.$$

et, en prenant pour la valeur de F l'expression approchée

$$F = \frac{B_0}{\mu}h,$$

il vient

$$\Phi_2 = \frac{B_0}{\mu}\frac{h}{h}s = \frac{B_0}{\mu}s = \frac{B_0}{\mu}ly,$$

et le flux total dans la section en x devient

$$\Phi_x = \Phi_{1,x} + \Phi_2 = 0,5\,l\,\frac{B_0}{\mu}(h - x) + \frac{B_0}{\mu}ly$$

$$= \frac{B_0}{\mu}l(0,5h - 0,5x + y),$$

et Φ_x^2 devient

$$(13)\qquad \Phi_x^2 = \frac{B_0^2}{\mu^2}l^2(0,25h^2 - 0,5hx + hy + 0,25x^2 - xy + y^2);$$

introduisant cette valeur dans l'expression de W (12) pour la perte totale de $x = h$ à $x = 0$.

$$(14)\quad W = \frac{\omega^2}{12\rho}\frac{B_0^2}{\mu^2}l\int_0^h(0,25h^2 - 0,5hx + hy + 0,25x^2 - xy + y^2)\,dx$$

$$= \frac{\omega^2}{12\rho}\frac{B_0^2}{\mu^2}l\left(0,25h^3 - 0,25h^3 + yh^2 + 0,25\frac{h^3}{3} - y\frac{h^2}{2} + y^2h\right)$$

$$= \frac{\omega^2}{12\rho}\frac{B_0^2}{\mu^2}l\left(\frac{1}{2}yh^2 + \frac{0,25}{3}h^3 + y^2h\right).$$

Avec une fréquence égale à 50 périodes par seconde,

et pour $B_0 = 18000$, $\mu = 75$, $l = 10$, $\rho = 2000$, $y = 1$ et $h = 3$;

la perte calculée est égale à 2,1 watts pour une barre, cette perte est approximativement celle qui serait produite dans la barre par la circulation d'un courant uniforme de 600 ampères, la température de la barre peut donc être notablement augmentée par les courants parasites produits par la variation du flux de force dérivé dans l'encoche.

A ces diverses causes d'échauffement il faut joindre les pertes par effet Joule dues à la circulation du courant normal dans l'enroulement induit et la perte par hystérésis dans le noyau de fer; ces pertes sont faciles à calculer et nous n'insisterons pas sur ce point.

Nous avons passé en revue les différentes causes d'échauffement de l'induit, nous examinerons dans un prochain article comment la quantité de chaleur résultant des différentes pertes est conduite à la surface extérieure et dissipée.

E. BOULARDET.

MOTEURS A GAZ.

Résultats d'essais d'un moteur à gaz pauvre « Perfecta » de la Compagnie des moteurs Taylor.

Ces essais ont été effectués le 29 mars dernier par l'Association de propriétaires d'appareils à vapeur de la Somme, de l'Aisne et de l'Oise.

Le moteur essayé, à quatre temps, monocylindrique, à distribution par soupapes, est à admission continue; l'allumage se fait par magnéto à commande mécanique. Le diamètre du cylindre est de 410 mm, la course du piston de 535 mm, la vitesse angulaire normale de 200 t : m; la puissance nominale de 65 chevaux.

Pendant les essais, la vitesse angulaire a été de 207,5 t : m; le travail effectif a été de 67,6 chevaux; la puissance indiquée, déduite du diagramme des pressions, était de 72,39 chevaux. La consommation de combustible par cheval-heure effectif, garantie inférieure à 0,400 kg de charbon maigre français, allumage non compris, cendres et déchets déduits, a été trouvée de 0,384 kg; au prix de 26,50 fr la tonne, la dépense correspondante est de 0,0102 fr par cheval-heure. Si l'on tient compte de tout le charbon utilisé, la consommation atteint 0,431 kg et la dépense 0,0114 fr par cheval effectif.

Le Tableau ci-dessous résume les résultats des essais :

Durée de l'essai..........................	5 heures
Chevaux effectifs fournis sur l'arbre........	67,6
Vitesse du moteur (moyenne de l'essai) par minute	207,5
Chevaux indiqués développés sur le piston.	72,39
Rendement mécanique du moteur.........	93 pour 100
Dépense de combustible net par cheval effectif (allumage non compris)............	0,384 kg
Dépense de combustible brut par cheval effectif (allumage non compris).........	0,431 kg
Prix de revient du charbon, la tonne rendue à l'usine............................	26,50 fr
Prix de revient du cheval effectif (charbon net, allumage en sus)..................	0,0102 fr
Prix de revient du cheval effectif (charbon brut, allumage en sus)..................	0,0114 fr

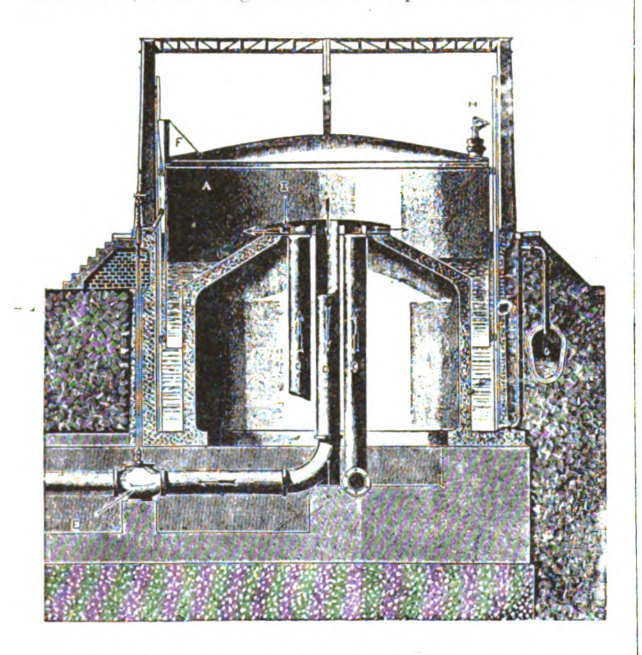
H..

MOTEURS A VAPEUR.

Accumulateur volumétrique de vapeur Harlé-Balcke.

L'utilisation des vapeurs d'échappement des machines à pistons au moyen de turbines à basse pression exige l'emploi d'un accumulateur de vapeur, intercalé entre les deux moteurs, si l'on veut rendre la marche de la turbine indépendante des fluctuations dans la production de la vapeur d'échappement. Jusqu'à ces derniers temps on se servait des accumulateurs dont le prototype est celui de Rateau : la vapeur d'échappement est condendensée pendant les périodes où elle est en excès et est régénérée pendant les périodes où elle est en défaut. Mais dans ces accumulateurs la pression intérieure atteint 1,1 à 1,3 atmosphère, de sorte que la machine à pistons se trouve soumise à une contre-pression plus grande que si elle fonctionnait à échappement libre, ce qui peut influencer défavorablement son rendement.

L'accumulateur volumétrique Harlé-Balcke ne présente pas cet inconvénient. Comme le montre la figure ci-dessous, c'est un gazomètre à vapeur d'eau. Il est en



effet constitué par une cloche métallique A plongeant dans une cuve en ciment armé circulaire à joint hydraulique et qui est guidée dans son mouvement vertical de montée et de descente.

La vapeur humide provenant de l'échappement des machines primaires arrive par les tuyaux d'admission C sous la cloche; l'eau condensée, qui est à 100°, vient s'ajouter à celle qui forme joint hydraulique et la vapeur remplit le dôme en soulevant la cloche; la vapeur emmagasinée est ensuite conduite aux turbines par le tuyau D. La pression intérieure, qui ne dépend que du poids de la cloche, est pratiquement constante et de l'ordre de 12 à 15 g : cm² au-dessus de la pression atmosphérique.

Les tuyaux d'arrivée et de sortie de la vapeur sont recouverts d'une tôle I munie d'ailettes formant déshuileur; une came F commande une soupape d'échappement quand la cloche est au haut de sa course; un tropplein laisse écouler l'eau en excès dans un égout G; un reniflard H laisse l'air dans la cloche si accidentellement le vide tend à s'y établir.

La perte de chaleur dans l'appareil est très faible, la calotte supérieure de la cloche étant protégée par une épaisse couche de calorifuge et les parois cylindriques par un écran fixe en planches soutenues par les guidages de la cloche.

GROUPES ÉLECTROGÈNES.

Essais de réception d'un groupe turbo-alternateur de 2500 chevaux de l'usine génératrice d'Erfurt (1).

Ce groupe électrogène, construit entièrement par la Bergmann-Elektricitäts-Werk A. G. pour l'usine municipale d'Erfurt, comprend une turbine fonctionnant avec de la vapeur surchauffée à 300° et à la pression de 9,5 kg : cm² et tournant à raison de 1500 tours à la minute. Elle est directement accouplée à une génératrice triphasée d'une puissance effective de 2500 kilowatts, à 3300 volts, 50 périodes-seconde et un facteur de puissance 0,8. La tension d'excitation est de 110 volts fournie par une dynamo reliée à l'alternateur. Les puissances du groupe s'entendent pour un vide de 92 pour 100 à la sortie de la turbine, la vapeur étant condensée par un condensateur à surface système Balcke. Les consommations de vapeur garanties, sans tolérance, étaient les suivantes par kilowatt-heure :

A pleine charge........	7,2 kg par kw : h
Aux $\frac{3}{4}$ de charge.. ...	7,7 »
A $\frac{1}{2}$ charge.............	8,4 »

Comme autres conditions imposées, nous citerons que : la quantité d'eau de réfrigération ne devait pas dépasser 1120 m³ à l'heure à une température initiale de 24°; après une longue marche à pleine charge, le groupe électrogène devait pouvoir supporter une surcharge de 25 pour 100 pendant une demi-heure sans qu'aucune des parties de la génératrice s'échauffât de façon anormale; le nombre de tours devait se prêter, en pleine marche, à un réglage de 5 pour 100 au-dessus et au-dessous de la vitesse normale. Pour un passage brusque de la pleine charge à la marche vide, la vitese augmenterait au plus de 5 pour 100, et cet excès devait se maintenir indéfiniment au voisinage de 4 pour 100. Du côté de la dynamo, on exigeait un couplage facile et une marche en parallèle irréprochable avec les autres groupes de l'usine (moteurs à piston et turbines). Les rhéostats de champ devaient permettre une variation de la tension alternative par degré de 15 volts entre 2800 et 3800 volts.

Comme corrections à ces nombres conventionnels, les parties contractantes avaient convenu que tout écart de 10° dans la surchauffe, de 1 atmosphère dans la pres-

(1) M. HERMANN, *Elektrotechnische Zeitschrift*, t. XXXII, 20 avril 1911, p. 395-396.



sion, ou de 1 pour 100 dans le degré de vide serait considéré comme correspondant à une variation de 1,5 pour 100 dans la consommation de vapeur.

Nous empruntons aux données de l'auteur le Tableau suivant qui contient les résultats moyens :

CHARGES.	$\frac{2}{4}$.	$\frac{3}{4}$.	$\frac{4}{4}$.	$\frac{4}{4}$.	$\frac{5}{4}$.
Puissance de la génératrice en kw	1262	1882	2530	2477	3075
Excitation en kw	6,7	7,4	7,2	7,9	9,7
Tension de l'excitation en volts	52	55	56	58	65
Pression de la vapeur en kg : cm²	9,16	8,84	8,99	8,86	8,45
Température de la vapeur en degrés C	258,3	259,4	261,4	272,5	273,0
Vide en millimètres de mercure	726,5	723,5	717,5	719,0	718,5
Hauteur barométrique en millimètres de mercure	749,0	749,0	749,5	749,5	749,5
Vide en pour 100	97,1	96,7	95,8	96,0	95,9
Consommation de vapeur en kg : heure	8760	12620	16280	15640	19530
Température de l'eau de réfrigération en degrés C. à l'entrée	13,1	13,1	14,6	15,7	16,2
» » » à la sortie	19,6	22,3	25,4	24,8	27,4
Température de l'eau de condensation en degrés C	17,9	19,2	24,3	24,2	27,0
Tuyau d'aspiration de la pompe à air en degrés C	17,1	17,9	19,8	18,4	26,6
Température de l'air issu de l'alternateur en degrés C	44	45	49	49	52
Température du fer du stator en degrés C	47	48	51	51	53
Puiss. dép. pour l'eau de réfrig. et la pompe à air en kw	68	71	74	79	81
Puissance dépensée pour refouler l'eau de condensation dans la chaudière en kw	3,9	4,0	4,1	4,1	4,2
Eau de réfrigération en mètres cubes à l'heure	813	825	892	1015	1027
Consommation de vapeur en kg par kw : h dans les conditions des essais	6,94	6,70	6,43	6,32	6,35
Consommation de vapeur en kg par kw : h dans les conditions des garanties	7,01	6,70	6,37	6,37	6,37

Ces nombres montrent en général que le fonctionnement de la turbine et de toute l'installation à vapeur est bien supérieur aux garanties; les essais n'ont pas donné de moins bons résultats pour la partie électrique. Le couplage et la marche en parallèle avec les autres groupes aussi bien que la répartition de la charge entre les diverses unités se réalisent d'une façon parfaite sans provoquer de phénomènes pendulaires. Sous charge de 900 kw, on a pu faire varier la tension par sauts de 20 volts. En passant brusquement d'une charge de 1000 kw à la marche à vide, la vitesse a augmenté d'environ 2,20 pour 100; à 1800 kw, l'accroissement correspondant a été de 3,5 pour 100. Les accroissements de tension dans des conditions analogues sont : de 110 volts pour 800 kw, de 600 volts pour 1910 kw., ce qui montre que la chute de tension pour le passage de la pleine charge à la marche à vide serait considérable. L'auteur fait grand état de cette propriété qui assure de la stabilité au fonctionnement en parallèle.

PILES ET ACCUMULATEURS.

Sur les phénomènes de fatigue des éléments galvaniques (1).

On admet généralement que la baisse de tension d'une électrode réversible qui fournit du courant, de même que son rétablissement après interruption, sont dus à la polarisation de concentration. Dans une pile Daniell en fonctionnement, par exemple, on explique la baisse de force électromotrice par une augmentation de la concentration des ions-zinc autour de l'électrode-zinc et par un appauvrissement en ions-cuivre autour de l'électrode-cuivre.

D'après l'auteur cependant, la polarisation de concentration ne permettrait pas d'expliquer la fatigue d'une pile débitant un courant moyen, les effets obtenus étant de bien plus grande importance que ceux donnés par la polarisation de concentration.

Dans les essais effectués ici, on prenait une contre-électrode et une électrode d'essai. La première consistait en une électrode positive d'accumulateur au plomb. Elle avait une surface de 290 cm² et était recourbée puis introduite dans un vase poreux de 20 cm de hauteur et 7 cm de diamètre, rempli d'eau acidulée sulfurique. L'électrode de recherche consistait en une tôle métallique recouverte de paraffine sauf sur une surface de 5 cm² en regard de la contre-électrode. Les deux électrodes étaient disposées dans un grand vase en verre, de 24 cm de hauteur et de 15,5 cm de diamètre, renfermant la solution essayée. Entre les deux électrodes et le plus près possible de l'électrode d'essai se trouvait un agitateur Witt. Le potentiel de l'électrode d'essai en débit varie évidemment avec la vitesse d'agitation. Mais à la vitesse adoptée (plus de 300 tours par minute) on trouve qu'en doublant celle-ci il n'y a plus aucune influence sur la tension de l'électrode.

Contre le côté de l'électrode d'essai qui était complètement paraffiné, on disposait un tube capillaire en rela-

(1) D. REICHINSTEIN, *Zeitschrift f. Elektroch.*, t. XVII, 1er février 1911, p. 85.

tion électrolytique avec une électrode-calomel qui servait d'électrode auxiliaire.

Les résultats obtenus sont résumés dans les courbes de la figure 1. En abscisses, on a porté l'intensité en ampères pour les 5 cm² de surface de l'électrode d'essai, et en ordonnées la différence de tension entre l'électrode au repos et l'électrode en débit.

La courbe I se rapporte à l'électrode-cuivre dans une solution normale de sulfate de cuivre. Pour une intensité de 0,133 ampère, la différence de tension est de 0,817 volt. En supposant que cette fatigue ait comme cause la polarisation de concentration, l'application de la formule de Nernst relative aux chaînes de concentration donne

$$0,817 = \frac{0,0575}{2} \log \frac{c}{1}.$$

D'où $c = 10^{29}$. Il faudrait donc supposer une concentration des ions-cuivre ayant cette valeur extraordinairement élevée; ceci est inadmissible.

Les courbes II et III ont été obtenues dans des conditions à peu près semblables. Comme on le voit, la courbe I

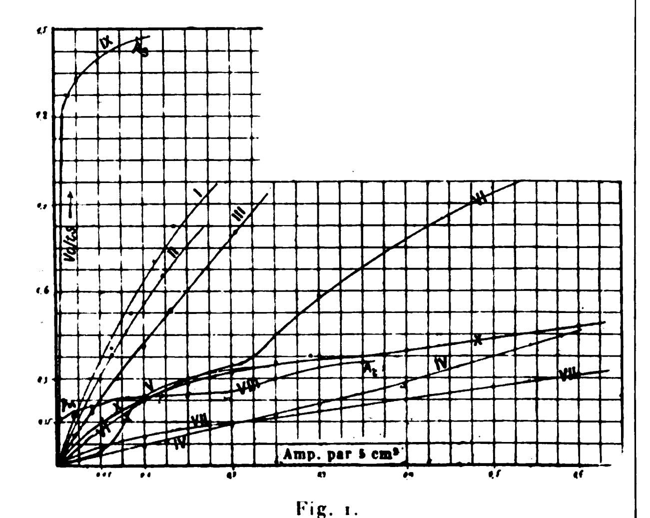


Fig. 1.

a une tendance à se rapprocher de l'axe des abscisses. Si l'on admet que l'allure de la courbe est déterminée par les réactions chimiques, pour expliquer cette incurvation vers l'axe des abscisses, il faut donc qu'un facteur variable vienne augmenter la vitesse de réaction. On peut supposer que les ions-hydrogène, venant du vase poreux renfermant la contre-électrode dans l'électrolyte de l'électrode d'essai, augmentent la vitesse des réactions qui se jouent à l'électrode-cuivre.

Cette hypothèse est justifiée par l'essai IV dans lequel l'électrolyte précédent était additionné d'acide sulfurique jusqu'à concentration normale. On voit que la courbe IV se rapproche encore beaucoup plus de l'axe des abscisses.

La courbe V montre l'influence de la composition de l'électrolyte. Celui-ci était de concentration normale en SO^4Cu, en SO^4H^2 et KCl. L'électrode d'essai était toujours le cuivre. Pour les grandes densités de courant la vitesse des réactions chimiques est moindre que précédemment.

Les courbes VI et VII sont relatives à l'électrode-zinc en solution renfermant 15 pour 100 de $Na^2SO^4 + 10\,H^2O$ pour la première et 15 pour 100 $Na^2SO^4.10\,H^2O$ et 6,5 pour 100 H^2SO^4 pour la seconde.

L'électrode-zinc montre une plus grande faculté de charge que l'électrode-cuivre, en solution neutre. En solution acide, l'examen des courbes IV et VII apprend que l'électrode-zinc se polarise plus que l'électrode-cuivre aux faibles densités de courant; mais que l'inverse a lieu aux grandes densités de courant.

La courbe VIII se rapporte à l'électrode-nickel dans une solution à 20 pour 100 de H^2SO^4. La courbe monte très rapidement en A_1, puis très lentement ensuite jusqu'en A_2. Si l'on veut charger plus fortement l'électrode, alors elle devient passive et donne la courbe IX. Du point A_3 d'abord obtenu, la courbe indique les valeurs trouvées en revenant vers les faibles densités de courant. Cette opération doit être faite rapidement car, en maintenant quelque temps l'électrode à l'état de repos, elle redevient active.

Ces courbes VIII et IX montrent bien que, pour les différentes densités de courant, la production du courant est causée par différentes réactions chimiques bien que le produit final soit le même. Pour le nickel ce produit final est constitué par les ions $\overset{++}{Ni}$. Cette propriété appartient aussi aux métaux dits actifs, le zinc et le cuivre. Le nickel passif ne s'en sépare que quantitativement et non qualitativement.

Si entre O et A_1 (courbe VIII), la formation des ions $\overset{++}{Ni}$ peut être attribuée à un sous-oxyde intermédiaire, on peut admettre de même pour la courbe IX la formation intermédiaire d'un peroxyde de nickel.

On sait d'autre part que le potentiel d'équilibre d'un métal passif est très difficilement mesurable. La montée rapide entre O et A_1 (courbe VIII) explique ce fait. Il suffit, en effet, d'une charge extrêmement faible (débit pendant la mesure) pour influencer le potentiel.

Cette propriété du métal passif est donnée, quoique à un moindre degré, par le zinc. Par contre, elle diminue pour le nickel si l'on ajoute un chlorure à l'électrolyte. La courbe X a été obtenue avec électrode-nickel et solution renfermant 20 pour 100 H^2SO^4 et 7,5 pour 100 KCl.

L'influence de la concentration des ions-hydrogène signalée ci-dessus pour le cuivre et le zinc a été également constatée par O. Sackur sur le nickel en prenant celui-ci comme anode et faisant usage d'une source extérieure de courant. La conclusion de O. Sackur est qu'il s'agit d'une lente réaction de formation d'ions-nickel à l'anode, c'est-à-dire d'une réaction électrochimique secondaire.

L'auteur a également montré antérieurement que la perte d'énergie souvent constatée pendant l'électrolyse peut s'expliquer si l'on se représente l'action anodique de dissolution du métal comme étant simultanément primaire et secondaire et si l'on attribue à l'oxygène formé ainsi de telles propriétés qu'il modifie celles de l'anode en donnant une élévation du potentiel anodique et en provoquant la dissolution secondaire de l'anode.

En ce qui concerne la différence entre la tension catho-

dique et le potentiel d'équilibre pendant la précipitation cathodique d'un métal à l'aide d'une source extérieure de courant, l'auteur croit qu'il se forme dans les premiers moments, à côté des cathions dus à la précipitation primaire, une couche gazeuse absorbante qui peut être en état de ralentir le passage dans la concentration métallique stable de l'état métallique métastable donné immédiatement par la décharge des cathions et dont la concentration (contrairement à celle métallique constante) peut croître au-dessus de toutes limites.

Un travail de Freundlich rend vraisemblable cette hypothèse.

A propos de l'abaissement de la vitesse de cristallisation par l'absorption des matières colorantes dissoutes à la surface limite des cristaux, Freundlich donne l'explication suivante : de la concentration dans la couche limite dépend le nombre de noyaux qui sont capables de se fixer au cristal et la vitesse avec laquelle ils se reforment. Si des matières étrangères pouvant être absorbées sont en solution, l'absorption des autres matières présentes diminue. La concentration de la matière cristallisante à la surface limite est ainsi plus petite et par conséquent aussi sa vitesse de cristallisation. Freundlich a étendu cette explication à la vitesse de cristallisation des corps fondus.

En l'appliquant à la précipitation des cathions, on peut concevoir que le métal existe d'abord dans un état métastable non métallique dans lequel il devient absorbé à la surface de l'électrode. Mais comme dans le même temps une couche gazeuse devient également absorbée à la surface de l'électrode, la concentration de l'élément métal absorbé baisse et par conséquent aussi la vitesse de transformation de cet élément à l'état métallique. Il en résulte une plus grande différence entre le potentiel de l'électrode et le potentiel d'équilibre.

Il est intéressant de déterminer l'oscillogramme d'une telle électrode en décharge. Pour obtenir celui de la figure 2, on a pris comme électrode d'essai une lame de platine dans l'acide sulfurique à 28 pour 100. L'autre électrode comprenait une électrode en platine dans une solution d'iode dans l'iodure de potassium, renfermée dans un vase poreux.

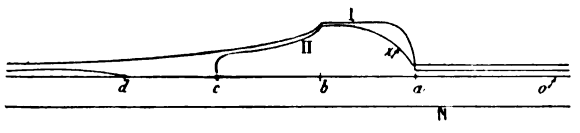


Fig. 2.

Un interrupteur permettait de mettre rapidement en charge et en décharge l'élément. Dans la figure 2, 1 mm des abscisses représente 0,00074 seconde et 1 mm des ordonnées, 0,0754 volt. O représente la ligne nulle; N la ligne d'étalonnage.

De *a* à *b*, pendant 0,026 seconde, l'élément recevait du courant extérieur (0,1 ampère par cm²), l'électrode d'essai servant d'anode. De *b* à *c* pendant 0,028 seconde, l'élément restait au repos. Il débitait en court-circuit de *c* à *d*, pendant 0,025 seconde. La résistance totale du circuit était alors 2,05 ohms, dont 1,4 ohm de résistance d'élément. Après *d*, l'élément se rétablissait. On a obtenu ainsi la courbe II.

La courbe I se rapporte à ces mêmes essais, mais sans décharge en court-circuit. Quoique le court-circuit ait causé une baisse rapide de la petite charge, on voit que la tension se relève rapidement. Après le court-circuit, l'électrode de platine peut être considérée comme vide, c'est pourquoi elle se comporte différemment de celle qui est saturée d'oxygène pendant la charge. Tandis que cette dernière atteint rapidement la tension asymptotique entre *a* et *b*, l'électrode vide monte lentement suivant X. L'électrode vide paraît ainsi être plus dépolarisable dans les premiers moments du traitement qu'après.

Le mécanisme de cette action peut se comprendre comme suit : entre *a* et X il se forme un oxyde de platine ou un sel basique de platine difficilement soluble; en même temps se sépare aussi de l'oxygène qui s'allie à la surface de l'électrode; celle-ci devient inattaquable à partir de X et la tension croît. Le court-circuit élimine en premier lieu l'oxygène allié. A la charge suivante, une nouvelle quantité de platine est attaquée et ainsi de suite. Si l'on soumet l'électrode de platine à ces actions pendant une demi-heure, la quantité de platine attaqué devient grande. Par contre, il n'y a pour ainsi dire pas d'attaque lorsque le platine est soumis à l'action du courant continu ininterrompu, parce que la couche d'oxygène reste en permanence à la surface du platine. T. P.

Les nouveaux accumulateurs Edison (1).

La fabrique d'Orange, New-Jersey, construit actuellement 5 types d'accumulateurs Edison en 5 grandeurs : le type A d'une capacité de 150 à 300 ampères-heures est employé sur les automobiles et à l'éclairage des voitures de chemins de fer; le type B, d'une capacité de 40 à 80 ampères-heures sert plus spécialement à l'allumage.

	Types.		
	A_4.	A_6.	A_8.
Poids d'un bac complet en kg........	6,1	8,5	11,2
Courant normal de décharge en amp...	30	40	60
Tension par élément en volts........	1,2	1,2	1,2
Capacité en ampères-heures..........	150	225	300

La charge normale se fait en 7 heures; et, alors, le rendement en quantité est de 82 pour 100 et en énergie, de 58 pour 100. On ne doit pas pousser la décharge au-dessous de 1 à 0,9 volt et éviter aussi qu'à la charge la température des éléments s'élève au-dessus de 25° C., et à la décharge, au-dessus de 50°C. Sur la durée de vie de ces accumulateurs les données sont encore insuffisantes; cependant ils supportent mieux les surcharges que les accumulateurs au plomb et l'on arriverait même à augmenter dans d'assez grandes proportions leur capacité de décharge en leur imposant de forts débits de courte durée, par exemple en les mettant en court-circuit pendant un instant.

(1) W.-E. HOLLAND, *Electrical Review and Western Electrician*, 3 déc. 1910.

11...

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Les systèmes de transmission considérés au point de vue de l'exploitation (¹).

CONDITIONS REQUISES. — Pour qu'un système de transmission puisse satisfaire l'ingénieur d'exploitation, il doit remplir les conditions suivantes :

1° La quantité d'énergie requise doit être transmise avec une régulation de tension raisonnable;

2° Les interruptions doivent être réduites à un minimum;

3° La souplesse du service doit être assurée;

4° L'aisance de réparations est indispensable.

Régulation. — La tension à employer est principalement sinon entièrement déterminée par les conditions économiques. Il est aussi aisé d'opérer avec 60000 volts qu'avec 15000; il semble même que les lignes à tension peu élevée présentent plus de perturbations que les lignes à très haute tension, probablement à cause des soins moindres apportés dans leur construction et des marges plus étroites laissées à l'isolation. C'est un fait connu que des lignes opérant à plus de 100000 volts ne présentent pas de plus grandes difficultés que des lignes de potentiels moindres.

Jusqu'à des distances d'environ 250 km la fréquence n'a pas une importance très grande. Un accroissement de la tension compensera la différence de régulation entre 25 et 50 ou 60 périodes. Le choix de ce facteur dépendra de l'importance relative des divers genres de charges, suivant que la nature de ces charges demande une basse ou une haute fréquence, de façon à réduire au minimum les dépenses d'établissement, tout en portant au maximum la satisfaction des consommateurs.

Il y a diverses formules permettant de calculer la régulation; il n'est pas nécessaire de les suivre de très près d'autant plus que les conditions qui fixent de façon précise la distribution de l'énergie sont souvent assez indéterminées. Le facteur de puissance de la charge, par exemple, ne peut souvent être estimé même entre de larges limites. Cette incertitude enlève l'intérêt à toute méthode d'extrême précision pour le calcul de la ligne.

Il importera peu, dès lors, avec des distances modérées ne dépassant pas 250 km, que la formule employée soit basée sur le fait que la charge est toute au centre de la ligne ou bien aux deux extrémités, ou enfin uniformément distribuée sur son parcours.

La chute de tension admissible dépendra de plusieurs conditions. Lorsque l'énergie est transmise en bloc du point de génération à un centre de distribution, la régulation pourra atteindre 25 pour 100. Dans pareil cas la chute de tension sera probablement limitée par la valeur de la perte d'énergie plutôt que par quelque difficuté d'exploitation.

La nature de la charge influera aussi sur les fluctuations de tension admissibles. Une charge mixte de force motrice et d'éclairage demandera une régulation plus étroite que l'un ou l'autre de ces genres de charge pris séparément. Si l'exploitation ne comporte que de la force motrice on peut admettre une certaine instabilité de tension; si elle ne comporte que de l'éclairage les variations de la tension surviendront de manière telle que l'opérateur pourra les suivre par régulation à main.

Lorsque, cependant, la ligne de transmission fait partie d'un réseau interconnecté et qu'elle peut avoir à transmettre l'énergie dans l'une ou l'autre direction, la régulation doit être faible afin de se maintenir dans les limites de fonctionnement des dispositifs de régulation employés dans les sous-stations. Si, par exemple, une usine hydroélectrique et une usine à vapeur sont placées aux deux extrémités de la ligne et qu'il y ait de nombreuses sous-stations entre les deux, l'énergie peut être, suivant les circonstances, dirigée dans l'une ou l'autre direction. Généralement le centre important de distribution sera dans la zone d'installation de l'usine à vapeur et la tension devra être maintenue constante à cette extrémité de la ligne. La tension aux sous-stations placées sur le parcours variera alors d'une quantité égale au double de la régulation de la ligne. Cette fluctuation peut être entièrement éliminée des circuits de distribution par l'emploi de régulateurs automatiques mais la ligne principale de transmission devra avoir une régulation égale seulement à la moitié de celle qui serait admissible si la transmission était directe et à direction unique.

Dans les systèmes à boucles ou circulaires, alimentés simultanément aux deux extrémités, le circuit doit être assez fort pour permettre de satisfaire à la charge entière, sur tout le parcours de la boucle, en recevant du courant par une extrémité seulement. S'il n'en était pas ainsi, lorsqu'on aurait à mettre hors circuit pour visite ou réparations certaines sections de ligne, on constaterait que le bout libre de la boucle ne fournit pas un service satisfaisant.

La quantité d'énergie que devrait transporter un circuit simple dépend de la puissance totale du système, de l'importance de certaines charges, de la façon dont la direction de l'entreprise établit la balance entre l'assurance d'une part, la perte de revenu et de prestige de l'autre; enfin des dépenses de premier établissement.

Dans les systèmes de 60000 volts et au-dessus, il sera probablement prudent de limiter à 100 ampères la puissance de chaque circuit. Baum a montré que la surtension due à une interruption brusque est égale à 200 fois l'intensité de sorte que, dans le cas ci-dessus, il y aurait une élévation de 40000 volts lors du fonctionnement d'un disjoncteur, en admettant que ce dernier s'ouvre pour une intensité double de l'intensité normale. Cela donnerait une tension totale de 100000 volts si la ligne est à 60000. L'isolement de la ligne et des transformateurs supporterait momentanément cette tension.

(¹) R.-J.-C. WOOD, Communication présentée à l'American Institute of Electrical Engineers les 25-28 avril 1911 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXX, 1911, p. 589-595).

Afin de fournir au consommateur une tension uniforme divers dispositifs automatiques et non automatiques sont en usage. Il n'est pas certain que la régulation automatique soit désirable à la station génératrice, à moins qu'on ne dispose d'un type de régulateur qui tienne compte dans son fonctionnement de la nature de la chute de tension et sache distinguer entre la chute de tension due à un accroissement de la charge, la chute occasionnée par une surcharge exagérée, et celle due au court-circuit. Lorsqu'il s'agit des variations de charge, la régulation est relativement simple; mais lorsque, par suite de perturbations sur la ligne, certaines stations génératrices ont à supporter plus que leur part de la charge, on a besoin d'un régulateur qui discerne la nature de la tension et réduise cette tension de façon telle que les génératrices ne supportent qu'un courant sans danger. De plus, si un court-circuit survient sur la ligne, le régulateur doit automatiquement réduire autant que possible la tension, de façon que l'arc puisse se rompre; il doit aussi, dès que la ligne reprend son état normal, ramener progressivement la tension à sa valeur normale. C'est beaucoup, peut-être, que demander tout cela à un dispositif inanimé, c'est-à-dire purement mécanique.

Si un appareil synchrone est en usage à l'extrémité réceptrice de la ligne, l'emploi d'un régulateur automatique contrôlant son champ est parfaitement possible et donnerait d'excellents résultats. Cela accroît cependant les charges d'établissement ainsi que certaines dépenses d'exploitation.

Les feeders partant des sous-stations disposées le long de la ligne, peuvent être réglés automatiquement au moyen des divers types de régulateurs à induction en usage.

Sécurité. — L'absence d'interruptions du service vient immédiatement après la question de la chute de tension admissible. Pour assurer un service continu, la construction mécanique de la ligne et des sous-stations doit être des mieux étudiées. Dans l'étude de la ligne on peut considérer les conditions climatériques les plus mauvaises enregistrées dans une période d'au moins 30 années, et prendre alors un facteur de sécurité de $2\frac{1}{2}$. Cela donnerait un effort de tension limite de 1560 kg : cm² pour le cuivre et l'acier et de 700 kg : cm² pour l'aluminium [1]. Les efforts de compression sur les piliers seront traités par les formules sur les colonnes; ces piliers devront être assez résistants pour supporter les efforts de déséquilibre produits par la rupture d'un conducteur.

L'effort sur les isolateurs à support peut être limité en calculant les fils d'attache de manière que leur rupture se produise sous l'action de l'effort de déséquilibre, dont il est question ci-dessus. Il vaut mieux, dans le cas où un accident se produit à un pylône ou sur la ligne, que les conducteurs rompent les attaches, puis entraînent une succession de pylônes. Essayer de calculer un pylône qui résiste à l'effort total de rupture de tous les conducteurs conduit à une impossibilité économique. La transmission suivra de préférence une voie non publique qui devra être débarrassée des arbres et broussailles.

Avec un espacement suffisant entre conducteurs d'une part, et entre les conducteurs et la charpente des pylônes de l'autre; avec en outre des isolateurs essayés à 3 fois et demie la tension normale, il ne devra se produire d'autres interruptions, que celles dues à la foudre ou à la malveillance.

La distance qu'on estime nécessaire entre les conducteurs et les pylônes est parfois trop réduite; « dans certaines parties des États-Unis de gros oiseaux viennent se percher sur les pylônes; si l'isolateur est du type à support, ils le considèrent comme un excellent dispositif pour s'y placer dessous; tout va bien jusqu'à 4 h du matin durant l'été; à ce moment, l'oiseau s'éveille, étend ses ailes et ... met la ligne à la terre ». L'isolateur à suspension permet d'éviter ces troubles, pourvu qu'il y ait assez d'espace entre le conducteur et la traverse située audessous de lui.

Pour réduire au minimum les troubles dus à la foudre, toutes sortes de parafoudres ont été employés aussi bien que les fils de terre. L'emploi de ces derniers semble n'avoir pas d'inconvénient grave et, dans beaucoup de cas, les fils de terre ont, sans aucun doute, prévenu des troubles. Ils donnent à la ligne, mécaniquement, un supplément de rigidité, et leur installation constitue une sage précaution dans les sections habituellement sujettes aux tempêtes. Jusqu'ici aucun parafoudre n'est parfait; tous ou presque tous brûlent. Le type électrolytique luimême, installé sur des systèmes à haute tension connectés en triangle, est parfois très critiquable. La seule consolation qui reste à l'électricien, lorsque ses parafoudres brûlent, est l'idée qu'ils sauvent peut-être quelque chose de plus grande valeur. Le type le plus robuste est l'éclateur à cornes; il nécessite assez d'étendue pour loger l'arc puissant qui suit une décharge et interrompt généralement le service au moment de son fonctionnement; mais les autres systèmes présentent parfois le même inconvénient.

Il peut devenir nécessaire d'installer, par exemple, des parafoudres électrolytiques pour prévenir l'effet des surtensions causées par la manœuvre des interrupteurs ou les perturbations atmosphériques de second ordre, et, ensuite, de protéger, s'il est possible, ces parafoudres par des éclateurs à cornes, en vue des décharges *irrésistibles* de violents coups de foudre, qui causeraient, dans tous les cas, une interruption temporaire. Lorsque la foudre provoque une perturbation sur la ligne, la surtension ne se tranmettra pas généralement très loin, mais se dissipera sur un isolateur; dans beaucoup de cas, l'arc formé brisera cet isolateur, par suite de la chaleur intense. L'emploi d'anneaux protecteurs à la base et au sommet de l'isolateur a donné d'excellents résultats en éloignant l'arc du voisinage immédiat de l'isolateur.

Le choix des piliers-supports portera généralement sur des pylônes en acier, ou des poteaux en acier ou en béton. De quelques estimations préliminaires il résulterait que les poteaux en béton armé, pour longues portées, seraient extrêmement coûteux.

Lorsque les agglomérations desservies par la ligne sont dispersées sur une partie assez considérable du territoire, la transmission sera posée soit suivant le système radial, soit suivant le système à boucles. Le système à boucles, ou circulaire, a l'avantage de fournir à chaque sous-station un champ de distribution sur des routes entièrement différentes.

[1] Nous traduisons par ces chiffres l'indication peu précise suivante : « 22000 *livres par unité* pour le cuivre et l'acier, 10000 livres pour l'aluminium ». (N. d. T.)

Si la boucle est à double circuit sur tout son parcours, les sous-stations pourront être réparties entre les deux circuits. Normalement, la boucle sera ouverte à peu près vers son milieu, étant alimentée par l'une et l'autre extrémité. En cas de trouble, les disjoncteurs montés aux points d'alimentation se déclencheront et mettront seulement hors circuit le quart environ du nombre total de sous-stations. Ces sous-stations seront aussitôt branchées sur la ligne saine. L'ouverture de la boucle ne sera fermée que dans des conditions critiques.

Le système radial nécessite des doubles circuits sur toutes les branches, si toutefois on tient à assurer une protection complète. A sécurité égale contre les interruptions ce système est plus coûteux que la disposition en boucle.

Comme on l'a dit déjà incidemment, il sera nécessaire d'installer des relais et des disjoncteurs sur les branches du circuit, de façon à isoler la perturbation. Il ne semble y avoir aucun moyen sûr de mettre automatiquement hors circuit la partie défectueuse de la ligne, lorsque l'un des deux circuits en parallèle aux deux extrémités est court-circuité ou mis à la terre. L'auteur a obtenu de bons résultats par génération de l'énergie aux deux extrémités d'une ligne double. Avec les relais du type inverse la ligne défectueuse a été, dans bien des cas, automatiquement mise hors-circuit aux deux extrémités à la fois. Si l'énergie est générée à une extrémité seulement, les deux lignes seront coupées. Le besoin est urgent d'un relais à contre-courant de fonctionnement sûr, opérant à tension nulle.

Tout système appelé à se développer souffrira tôt ou tard d'une insuffisance dans les dispositifs de commutation. Des appareils d'interruption qui fonctionnaient de façon parfaite, lorsque la capacité totale de l'usine génératrice était faible, se comporteront de plus en plus mal à mesure que le nombre de kilowatts augmentera. On constatera alors qu'il n'y a pas de place pour loger les interrupteurs plus puissants qui devraient remplacer l'installation primitive. Il est presque impossible de disposer de beaucoup de place dans les galeries d'interrupteurs et les compartiments de barres omnibus; l'économie d'emplacement, qui est considérée comme un réel avantage aux débuts de l'installation, apparaît tout de même comme une fausse économie. Le manque de quelques *pieds* supplémentaires entre les interrupteurs peut nécessiter, au bout de quelques années, une réfection complète.

L'installation de réactances additionnelles dans les circuits des génératrices, pour limiter le courant de court-circuit des grands réseaux, devient une pratique courante. Il semble regrettable d'être obligé de recourir à ce moyen et de troubler la régulation des machines au point que des dispositifs auxiliaires de régulation automatique deviennent indispensables. On se demande si les très importants systèmes de transmission dont il s'agit ne devraient pas normalement être divisés en sections de 50 000 kw, par exemple. Cela simplifierait l'exploitation et localiserait les troubles.

Même dans les systèmes d'importance moindre, il est nécessaire de prévoir des points où peut s'opérer instantanément la coupure du système, en laissant certaines charges sur certaines stations génératrices. Ce sectionnement doit être le premier mouvement de l'opérateur au moment où se produit un court-circuit; séparer les sections de façon que la plus grande partie du système ait à souffrir le moins longtemps possible de cette perturbation. Si toutes les lignes de transmission importantes étaient construites avec au moins trois circuits, elles se remettraient en état d'elles-mêmes, nécessitant seulement des relais inverses aux deux extrémités. Il est cependant souvent difficile d'obtenir les fonds nécessaires à la construction de trois lignes lorsque, apparemment, deux lignes suffisent.

Une complication exagérée dans le choix de toutes combinaisons imaginables de commutation doit être évitée comme s'écartant du but réel à atteindre qui est de fournir de l'énergie au client, de façon aussi continue qu'il est possible. Lorsque l'électricien doit arrêter et se représenter ce qu'il y a à faire ensuite en cas de trouble, de précieux instants sont perdus. Pour assurer un service prompt, une bonne ligne téléphonique est nécessaire et la dépense occasionnée par la construction d'une ligne de poteaux spéciale serait parfaitement justifiée. Une ligne téléphonique montée sur les mêmes pylônes que les lignes de transmission risquera fort d'être sans utilité au moment même où son emploi serait le plus nécessaire.

Il est sans doute possible de formuler une série de règles de façon que chaque station d'un réseau sache exactement ce qu'il importe de faire dans chaque circonstance, mais un simple mot par téléphone tiendra lieu dans ce cas de beaucoup de règles.

Réparations. — Les circuits devront être suffisants et les facilités de commutation assez grandes pour que toutes les sections de la ligne puissent être mises hors circuit en vue de la visite ou des réparations. Une précaution supplémentaire consiste à munir d'agrafes de mise à la terre tous les interrupteurs de sectionnement de la ligne, de façon que lorsqu'une portion de ligne est mise hors circuit pour être examinée ou réparée, elle soit également mise à la terre à ses deux extrémités.

Les longues lignes de transmission devraient être sectionnées de façon qu'il ne soit pas nécessaire de mettre hors circuit plus d'un tronçon de la ligne à la fois. En ayant des stations de commutation placées à distances convenables les unes des autres on disposera ainsi de lieux de repos pour l'agent chargé du contrôle. En outre, les circuits seront disposés sur les pylônes ou poteaux de telle façon que les ouvriers puissent travailler au circuit isolé sans se trouver à une proximité dangereuse des circuits restés sous tension.

G. S.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

FER, FONTE ET ACIER.

L'affinage du fer et de l'acier dans les fours du type à induction [1].

L'opinion est assez partagée sur la question de savoir quel est le type de four électrosidérurgique qui paraît préférable. On verra que l'auteur de cette communication conclut en faveur du four à induction. Nous reproduisons, à titre documentaire, les chiffres fournis sur l'économie de ces fours; d'après l'auteur, ces chiffres sont basés sur les résultats d'exploitation donnés par des fours en marche industrielle.

Caractéristiques électriques.

Les fours destinés à l'affinage électrique de l'acier qui ont dépassé le stage expérimental peuvent être répartis en deux groupes distincts : fours à arc et fours à induction.

Au premier groupe appartiennent les fours Héroult, Stassano, Keller et Girod; au deuxième appartiennent les fours Kjellin et Röchling-Rodenhauser. Parmi les premiers, le four Héroult est peut-être le plus connu et le plus répandu; on le prendra comme type représentatif des fours à arc. Les caractéristiques électriques sont de plusieurs sortes.

DISTRIBUTION DE L'EFFET CALORIFIQUE DU COURANT. — *Fours à arcs.* — Dans le four Héroult le courant passe, par un arc, d'une électrode aux scories; par les scories il passe à la partie supérieure du bain métallique et de là à une autre électrode, par un nouvel arc; une faible partie seulement du courant qui passe dans les blocs du carbone, traverse le bain. Comme l'effet calorifique de l'arc est beaucoup plus important que l'effet de la résistance de la charge, il y a forcément de grandes différences de température entre diverses parties du bain du métal, en dépit de la grande activité du bain autour des électrodes. Cela est spécialement le cas lorsque le bain est profond. C'est pour cette raison que Girod emploie une électrode inférieure, dans le but d'atténuer ces différences de température en obligeant tout le courant à traverser le bain. D'après des chiffres publiés par *Stahl und Eisen* et relatifs à un four Girod de 2 tonnes, on a calculé que la résistance de l'électrode de carbone était 3800 fois plus grande que celle du bain métallique; et, ainsi, la quantité d'énergie électrique convertie en chaleur, était 3800 fois plus grande dans l'électrode que dans le bain lui-même.

On voit d'après cela que, si le courant qui traverse le bain produit une partie assez considérable de la chaleur du four, il y aura forcément une grande perte d'énergie dans l'électrode de carbone. Le seul moyen d'atténuer cet inconvénient est de construire des électrodes de plus grandes dimensions. En fait, le bain est très peu chauffé par le passage du courant, et presque toute la chaleur est fournie dans ce type de four par l'action très localisée de l'arc. La question des pertes d'énergie dans les électrodes sera traitée plus loin, au sujet du rendement.

Fours à induction. — Le principe du four à induction est bien connu; mais, afin de comparer les types Kjellin et Röchling-Rodenhauser, il n'est pas inutile de rappeler brièvement le principe de fonctionnement et le type de construction du four Kjellin. Ce four consiste essentiellement en un noyau de fer dont une branche porte un enroulement primaire enfermé dans une chemise réfractaire et généralement refroidi par ventilation forcée. La cuve annulaire entoure cette bobine primaire, dont elle est séparée par des matériaux réfractaires. Cette cuve contient le métal qui agit comme un enroulement secondaire d'une spire. La tension induite dans cette spire est très faible, de sorte que l'énergie électrique se traduit par un courant très intense dans le secondaire, courant qui échauffe considérablement le métal, jusqu'à fusion. L'anneau de métal étant de section constante, le chauffage est à peu près uniforme dans tout le bain métallique.

Le four Röchling-Rodenhauser a une cuve de forme différente de celle du four Kjellin [1]. Ce four se construit soit pour courant monophasé soit pour triphasé. Au point de vue électrique la principale différence entre le four Röchling-Rodenhauser et le four Kjellin c'est que le premier est muni d'un enroulement secondaire spécial : le courant induit dans cet enroulement est conduit par des bornes massives à des plaques noyées dans le garnissage réfractaire du four. Aux plus hautes températures ce garnissage réfractaire devient conducteur ce qui rend possible la formation d'un circuit supplémentaire, de sorte que le courant induit dans l'enroulement secondaire passe à travers le bain de métal et augmente encore la température. Ce courant sert également à neutraliser la grande self-induction du secondaire et permet d'obtenir un meilleur facteur de puissance. Le point à signaler ici est que le chauffage est uniforme et non pas localisé comme dans le four Héroult.

VARIATION DE CHARGE SUR LES CABLES DE DISTRIBUTION. — *Four à arc.* — L'instabilité d'un arc est bien connue et la charge sur le circuit d'alimentation varie considérablement. Si le four a sa génératrice spéciale, la régulation peut être effectuée plus simplement; mais, le meilleur four est celui qui peut être connecté au réseau triphasé de distribution. Avec le four Héroult, on emploie des dispositifs tels que régulateurs d'électrodes actionnés par moteur, etc.; même avec ces dispositifs le four à arc ne constitue par une charge désirable.

Fours à induction. — Les variations de charge d'un

(1) C.-F. ELWELL, Communication présentée à l'*American Institute of Electrical Engineers*, les 25-28 avril 1911 (*Proceedings of the A. I. E. E.*, t. XXX, 1911, p. 621-630).

(1) Pour la description d'un four monophasé Röchling-Rodenhauser, voir *La Revue électrique*, 30 décembre 1910, p. 460-462 (*Aciérie électrique de Dommeldange*, par G. SAUVEAU).

11...



four à induction ont toujours une cause intentionnelle et les variations brusques sont à peu près impossibles.

Adaptabilité au branchement sur les cables de distribution. — Au point de vue du facteur de puissance le four Héroult présente quelque avantage sur le four Kjellin, car afin de construire un four Kjellin de 8 tonnes et de maintenir le facteur de puissance à 0,6 ou 0,7, il est nécessaire de réduire la fréquence à cinq périodes par seconde. Comme une génératrice à cinq périodes coûte au moins deux fois plus qu'une génératrice à 25 périodes, on voit que la question est sérieuse. Par contre avec le four Röchling-Rodenhauser le courant dans l'enroulement secondaire spécial parvient si bien à neutraliser l'effet de self-induction qu'un four de 7 tonnes peut fonctionner à la fréquence de 25 périodes avec un facteur de puissance de 0,6; avec un four de 3 tonnes, le facteur de puissance est, pour 25 périodes, de 0,8. Les plus petits fours Röchling-Rodenhauser marchent à 50 périodes avec des facteurs de puissance de 0,85 et 0,8. D'après l'auteur, le moyen le plus économique permettant d'élever aussi haut qu'on le désire le facteur de puissance, consiste à employer des condensateurs fixes, dont le prix est faible par rapport au prix du four.

Rendement électrique. — *Fours à arc.* — Le four Girod mentionné précédemment présentait, avec électrode unique de 35,5 cm de diamètre et courant de 6200 ampères sous 60 volts, une perte d'énergie de 10 pour 100 dans l'électrode seule. Dans le four Héroult le courant est généralement plus faible mais il y a deux électrodes en série et le résultat est à peu près le même. Non seulement il y a perte d'énergie dans les électrodes en raison de leur grande résistance mais une quantité assez considérable est également perdue dans les électrodes par suite du refroidissement à l'eau rendu nécessaire par leur haute conductivité calorifique. Les frais d'entretien des électrodes en carbone sont également considérables. La perte par radiation est plus grande avec les fours à arc par le fait qu'une grande partie de la chaleur de l'arc est réfléchie sur le toit du four qui doit être refroidi à l'eau pour être à l'abri d'une rapide destruction, sa durée n'excédant d'ailleurs pas 14 jours.

Fours à induction. — Des essais effectués à Volklingen sur un four de 3,5 tonnes ont indiqué un rendement électrique de 97 pour 100. Les plaques électrodes ne sont jamais détruites, car elles ne viennent pas en contact avec le métal en fusion ou la scorie, et la partie du garnissage qui agit comme conducteur a une durée plus longue que toute autre partie de garnissage.

Résumé des caractéristiques électriques. — 1° Le chauffage du bain métallique est plus uniforme dans le four à induction;

2° La variation de charge est beaucoup moindre avec le four à induction;

3° L'adaptabilité au branchement, sur les réseaux de distribution de force motrice existants, est en faveur du four à induction;

4° Le rendement est également en faveur du four à induction.

Caractéristiques métallurgiques.

Les premiers fours à induction, c'est-à-dire ceux du type Kjellin, n'offrent pas beaucoup d'avantages au point de vue métallurgique, sinon qu'ils ont permis de traiter des charges beaucoup plus importantes qu'avec les méthodes du creuset. Ces fours étaient complètement inaptes à la marche avec laitier, par suite de la forme du foyer; ils ne servaient donc qu'à fondre des matériaux épurés. La forme du four Röchling-Rodenhauser est telle que le laitier peut être rapidement extrait et l'affinage poursuivi. En même temps ce type de four peut être utilisé pour des travaux de fusion lorsqu'il est nécessaire; et, comme il permet de traiter des charges beaucoup plus fortes, il présente une économie considérable par rapport aux anciennes méthodes.

Les avantages du four électrique sont les suivants :

1° Par suite de la facilité de régulation de la température, le phosphore peut être éliminé jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que des traces;

2° Le four électrique permet tout particulièrement d'obtenir la plus complète désulfuration;

3° Lorsque l'affinage est atteint, la charge peut rester dans le four aussi longtemps qu'on peut le désirer sans que sa composition varie.

A Trollhatan, en Suède, la mise en marche du four s'obtient à l'aide d'une couronne de métal. Les matières froides sont chargées graduellement jusqu'à ce que toute la charge soit fondue. La marche continue peut s'obtenir en laissant dans le four après chaque coulée une partie du métal fondu.

A Volkeingen (Allemagne) les fours sont alimentés avec du métal en fusion provenant des convertisseurs basiques Bessemer; ce métal contient 0,08 pour 100 de soufre et 0,08 pour 100 de phosphore. Les degrés de déphosphoration et de désulfuration dépendent de l'acier qu'on désire obtenir.

Pendant l'arrêt, un tiers environ de l'énergie normalement utilisée maintiendra le four chaud. Le four de 7 tonnes de Volklingen est demeuré 30 heures sans prendre du courant et fut rechauffé avec consommation normale d'énergie. Au bout d'une demi-heure le métal commença à s'échauffer, il reprit sa température normale au bout de 4 heures. Aux usines de Volklingen on ne travaille pas le dimanche mais il n'y a aucune difficulté à remettre en marche les fours avec les charges abandonnées le samedi.

Grâce à la circulation naturelle qui se produit dans les fours à induction, le mélange de la charge se réalise de façon parfaite. La direction des Usines Poldihütte (Autriche) a procédé à un essai dans lequel on préleva sept échantillons en six endroits différents du four.

Les analyses de ces échantillons sont données par le Tableau suivant :

	Carbone pour 100.	Manganèse pour 100.	Silice pour 100.	Phosphore pour 100.	Soufre pour 100.	Chrome pour 100.
1....	0,81	0,27	0,335	0,031	0,007	1,00
2....	0,77	0,25	0,340	0,030	0,008	1,01 1,00
3....	0,85	0,28	0,345	0,029	0,007	1,01 1,00
4....	0,82	0,27	0,335	0,030	0,009	1,01 0,98
5....	0,78	0,25	0,335	0,030	0,009	0,99 0,99
6....	0,78	0,27	0,419	0,031	0,010	0,96 0,99
7....	0,79	0,28	0,326	0,030	0,009	0,98



La coulée eut lieu 37 minutes plus tard et un échantillon donna l'analyse suivante :

Carbone	0,77	pour 100
Manganèse	0,29	»
Silice	0,396	»
Phosphore	0,031	»
Soufre	0,009	»
Chrome	0,09	»

Résumé des caractéristiques métallurgiques. — 1° L'absence de toute électrode dans le four Röchling-Rodenhauser permet de chauffer le bain métallique sans introduire d'impureté et la charge peut rester indéfiniment dans le four sans subir de variation;

2° Présentant une grande cuve ouverte (dans un four de 1,5 tonne elle mesure 1,52 m × 0,65 m), munie de portes, le four Röchling-Rodenhauser permet d'exécuter tout genre d'affinage;

3° Lorsque les portes sont fermées, le four Röchling-Rodenhauser est hermétique et peut rester longtemps sans fonctionner, la perte de chaleur n'étant pas très grande; d'où la possibilité de marche intermittente;

4° Le mouvement naturel et lent de la charge assure le mélange complet de tous ses ingrédients sans attaquer le garnissage.

Coût de l'affinage électrique.

Droits. — En Allemagne, les propriétaires de fours à induction ont à payer 2,25 fr par tonne pour l'acier à rails et 7,50 fr par tonne pour l'acier qualité du creuset. Ces chiffres se rapportent à une faible production journalière. Pour 1000 tonnes par jour c'est 1,80 fr pour l'acier à rails; pour 1200 tonnes par jour c'est 2,50 fr pour l'acier qualité du creuset.

Dépense d'énergie. — Beaucoup de chiffres ont été publiés mais la plupart se rapportent à des fours de faible capacité ou à des marches spéciales. Les installations de Trollhattan et de Volklingen étant en marche industrielle, fournissent les chiffres les plus sûrs. Les résultats obtenus varient évidemment avec la nature de la charge :

Fonte brute et scraps (¹). — Avec des matières froides, l'acier qualité creuset est obtenu moyennant 600 kw : h à 900 kw : h par tonne, suivant la dimension du four.

Fonte brute chaude et scraps. — Si l'on part de la fonte liquide et de scraps froids, l'acier qualité creuset est obtenu avec 300 kw : h à 700 kw : h par tonne, suivant la dimension du four et la proportion des deux ingrédients.

Métal en fusion provenant du convertisseur. — Un métal répondant à l'analyse suivante

P	0,08	pour 100
S	0,08	»
Mn	0,5	»
C	0,01	»

est affiné en acier à rails de composition ci-après :

P	0,05	pour 100
S	0,04	»
Mn	0,85	»
C	0,5	»

(¹) Rouille, déchets de fer, etc.

moyennant une dépense d'énergie de 100 kw : h par tonne dans un four de 7 tonnes. Le même métal initial est transformé en acier de première qualité présentant seulement des traces de P et S; Mn = 0,2 pour 100 et C = 0,5 pour 100, avec 250 kw : h par tonne.

Métal en fusion provenant de four à foyer ouvert. — Un tel métal, déjà déphosphoré et désulfuré et contenant 1,22 pour 100 de C; 0,38 pour 100 de Mn et 0,21 pour 100 de Si, est transformé en acier de première qualité avec 200 kw : h à 250 kw : h par tonne.

Cout de production. — 1° *Pour un four de 1,5 tonne, en partant de scraps, du meilleur acier de moulage. Four triphasé basculant; 50 périodes, 210 kw; facteur de puissance* 0,80.

Intérêts. — Les dépenses de premier établissement, avec tous accessoires, s'élèvent à environ 45000 fr soit, à raison de 10 pour 100, une somme de 4500 fr pour les intérêts annuels. En comptant 290 jours de marche par an et 6 charges journalières (soit toutes les 3 heures ou 3 heures et demie) de 680 kg, cela donne une production journalière de 4,2 tonnes et annuelle de 1220 tonnes. Cela équivaut à peu près à une marche de 21 heures. Le coût par tonne, pour les intérêts est donc 3,70.

Main d'œuvre. — Deux hommes peuvent aisément surveiller la marche de ce four, car la partie électrique ne nécessite aucune attention spéciale. Le fondeur règle la température et surveille le processus métallurgique; son aide s'occupe de la ventilation du chargement, etc. En comptant deux équipes à 27,50 fr par équipe ou 55 fr par jour, on obtient comme frais de main d'œuvre 13 fr par tonne d'acier.

Garnissage. — Le renouvellement du garnissage peut être fait tous les 8 ou 14 jours. Il nécessite 3 tonnes de magnésie et 0,36 tonne de goudron, pour réfection complète. Ce garnissage est exécuté moitié avec matériaux neufs, moitié avec matériaux usagés. Pour démonter le garnissage ancien, mélanger les matériaux et refaire le nouveau garnissage, il faut 4 hommes travaillant 16 heures. D'où un coût de garnissage moyen, par tonne d'acier, de 7,50 fr.

Si le garnissage est fait en dolomie, matière moins chère que la magnésie, et si la réfection se fait tous les 14 jours, le coût s'élève à 5 fr par tonne.

Maintien de la température du four. — Lorsque la marche du four est interrompue plusieurs heures par jour, durant la nuit, il doit être maintenu chaud, ce qui nécessite le tiers environ de l'énergie dépensée pendant la marche. Dès lors, si en service normal la puissance mise en jeu est de 200 kilowatts, il faudra environ 200 kilowatts-heures, pour maintenir le four chaud durant les trois heures d'arrêt journalier; pour 6 jours de service cette dépense se renouvellera cinq fois, soit pour 6 jours, 1000 kilowatts-heures. En comptant l'énergie à 100 fr le kilowatt-an, c'est donc une dépense annuelle de 570 fr par an, soit environ 0,45 fr par tonne d'acier.

Refroidissement du transformateur. — La soufflerie nécessite un moteur de 2,5 chevaux ou 1,8 kilowatt, soit pour 24 heures, une dépense d'énergie de 43 kilowatts-heures. Par tonne d'acier : 0,12 fr.

Consommation d'énergie. — Avec cette dimension de four, et en partant de charges froides, il faut environ

850 kw : h à 900 kw : h par tonne de métal. Prenant le chiffre le plus élevé c'est donc une dépense de 10,50 fr par tonne.

Résumé des dépenses.

	fr
Intérêts, amortissement	3,70
Main-d'œuvre	13,00
Garnissage	7,50
Maintien de la température du four et refroidissement	0,55
Droits (approximativement)	2,50
Énergie (pour fusion et affinage)	10,50
Coût total par tonne d'acier	37,75

Le chiffre de 37,75 fr est le coût de production qui doit être ajouté au coût des matières premières afin d'avoir le prix de revient total de l'acier de qualité dite *creuset*, en partant de scraps. Avec des fours de plus grande capacité, ce chiffre serait évidemment plus faible.

2° *Coût de production pour un four de 2 tonnes*, 300 *kilowatts, type triphasé, basculant. Acier fondu provenant du convertisseur transformé en acier pour moulages.*

Le coût du four avec tous accessoires est d'environ 62 500 fr. En comptant les intérêts à 10 pour 100, la charge annuelle s'élève à 6250 fr. Avec 250 jours de marche par an et une production journalière de 16 tonnes, la production annuelle sera de 4000 tonnes, et les intérêts par tonne d'acier s'élèveront à 1,55 fr. Les dépenses s'établissent alors comme suit :

	fr
Intérêts, amortissement	1,55
Énergie pour maintenir le four chaud	0,10
Énergie pour affinage, en prenant le chiffre supérieur de 300 kw : h, à 100 fr le kw : an	3,40
Refroidissement par soufflerie	0,05
Garnissage tous les 10 jours (Allemagne)	1,75
Main-d'œuvre, à raison de 80 fr par jour	5,00
Droits, sur la base d'une production journalière de 50 tonnes	2,50
Coût total par tonne d'acier	14,35

Ce chiffre donnera une idée exacte du coût de conversion de la fonte liquide en acier, ferro-alliages, non compris.

3°. *Coût de production pour un four de 5 tonnes*, 550 *kilowatts, type triphasé, basculant. Acier fondu provenant du convertisseur transformé en acier qualité creuset*

Coût du four avec tous accessoires, environ 110000 fr. Charges annuelles pour intérêts à 10 pour 100, 1100 fr. Avec 250 jours de marche par an et 8 coulées de 5 tonnes par jour, on obtient une production annuelle de 10000 tonnes; les intérêts par tonne s'élèvent ainsi à 1,10 fr et les diverses dépenses s'établissent comme suit :

	fr
Intérêts, amortissement	1,10
Énergie, y compris réchauffage du four, pour une moyenne mensuelle de 230 à 280 kw : h, par tonne, en prenant le chiffre supérieur	3,20
Garnissage	1,50
Main-d'œuvre, à 100 fr par jour	2,50
Refroidissement par soufflerie	0,05
Droits, base d'une production journalière de 50 fr	2,50
Coût total par tonne d'acier	10,85

4° *Coût de production pour un four de 7 tonnes*, 750 *kilowatts, triphasé*, 25 *périodes, facteur de puissance* 0,6, *type basculant. Acier fondu de convertisseur transformé en acier à rails de première qualité* (*Analyse*, p. 523).

Coût du four avec tous accessoires 135000 fr. Intérêts à 10 pour 100, 13500 fr par an. Avec une production journalière de 100 tonnes (le constructeur garantit 140 tonnes) et 250 jours de marche par an, cela fournit une production annuelle de 25000 tonnes d'acier à rails, soit des intérêts de 0,55 fr par tonne. Les diverses dépenses se répartissent ainsi :

	fr
Intérêts, amortissement	0,55
Énergie pour maintenir le four chaud	0,05
Énergie pour affinage. D'après les constructeurs 100 kw : h par tonne, en comptant sur 150 kw : h par tonne	1,70
Énergie pour refroidissement	0,05
Garnissage (main-d'œuvre), procédés pneumatiques; 2 surveillants et 6 ouvriers, soit 105 fr par jour	0,10
Garnissage (matériaux, chiffres d'Allemagne)	0,30
Main-d'œuvre : 2 chefs fondeurs à 15 fr et 10 fondeurs à 12 fr 50, total 155 fr par jour	1,55
Droits sur l'acier à rail	1,75
Coût total par tonne d'acier	6,05

C'est là le coût de conversion qui, ajouté à la valeur de la fonte et des ferro-alliages, etc., donne le prix de revient de l'acier à rails. Les chemins de fer prussiens paient un supplément de 50 fr par tonne pour l'acier produit dans ce four et sont très satisfaits.

5° *Coût de production pour un four de 7 tonnes*, 750 *kilowatts, triphasé*, 25 *périodes, facteur de puissance* 0,6, *type basculant. Acier fondu provenant d'un convertisseur transformé en acier de la meilleure qualité* (*Analyse*, p. 523).

Ce four produira journellement 50 tonnes de l'acier dont il s'agit pendant que le même four produirait 100 tonnes d'acier à rails de première qualité. Dans ces conditions, le coût total est d'environ 10 fr par tonne d'acier.

Résumé général.

	Par tonne. fr
Four de 1,5 tonne, fusion de scraps et affinage pour obtenir un acier de première qualité pour moulages	37,75
Four de 2 tonnes, affinage d'acier de convertisseur pour obtenir un acier de première qualité	14,35
Four de 5 tonnes, affinage d'acier de convertisseur pour obtenir un acier de première qualité	10,85
Four de 7 tonnes, affinage d'acier de convertisseur pour obtenir un acier de première qualité	10,00
Four de 7 tonnes, affinage d'acier de convertisseur pour obtenir un acier à rails de première qualité	6,05

G. S.

Nouveaux fours pour la fabrication de l'acier.

Dans une communication faite au récent Congrès international des Mines et de la Métallurgie de Dusseldorf, M. B. Neumann décrivait une série de nouveaux types de fours pour fabrication de l'acier :

Four triphasé Héroult. — Ce four est en service aux South Chicago Works (États-Unis) et sert à l'affinage de l'acier tel qu'il sort d'un convertisseur Bessemer.



Ce four permet de traiter 11 à 12 charges de 14 tonnes par 24 heures avec une dépense de 125 kw-h par tonne.

Four Stassano. — La garniture réfractaire a été modifiée dans les nouveaux fours. Elle se fait aujourd'hui en dolomie pour le fond et les côtés du creuset, en magnésite pour la voûte.

Four Keller. — L'arc jaillit entre une électrode de charbon traversant la voûte et le bain métallique. Pour mettre le bain en communication avec la source électrique, le fond du four est constitué par une série de barreaux de fer verticaux, pris par leur base dans une plaque de fonte et entre lesquels on tasse une matière réfractaire. Pendant la période de réchauffage le courant passe uniquement par les barreaux métalliques; quand le four est chaud, la matière réfractaire englobant les barreaux devient conductrice et le courant se répartit alors sur toute la surface du fond du creuset.

Four Levoz. — La figure 1 montre une coupe de ce four qui, comme le convertisseur Bessemer, est mobile autour

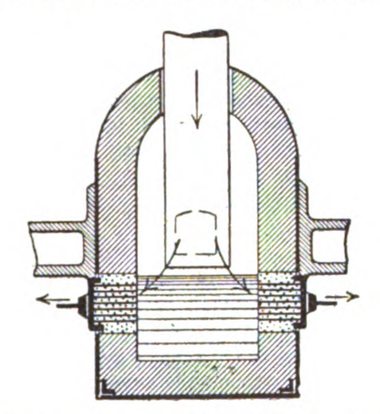


Fig. 1. — Coupe verticale d'un four Levoz.

de deux tourillons. Le courant passe du bain à l'extérieur au moyen de deux électrodes latérales en charbon, protégées par une couche de dolomie. Ces électrodes sont placées près de la surface du bain afin que la zone la plus chaude soit celle de la surface de contact du bain et des scories où se produisent les réactions.

Four Nathusius. — Comme dans les deux fours précédents, l'arc jaillit entre une électrode supérieure et le bain, mais celui-ci n'est pas en contact direct avec l'électrode inférieure, laquelle est séparée du bain par une couche réfractaire conductrice.

La figure 2 donne le schéma des connexions d'un four triphasé Nathusius. Il y a deux transformateurs : le transformateur principal T dont le secondaire est relié aux électrodes supérieures et aux électrodes inférieures, de manière à reporter le point neutre de la distribution à l'intérieur du bain et à produire ainsi un brassage électromagnétique de ce bain ; le transformateur secondaire *t* relié seulement aux électrodes inférieures et qui permet d'élever la température du bain sans élever celle des scories qui le surmontent.

Four Frick. — Ce four ne diffère, en principe, du four Kjellin que par la disposition de ses bobines inductrices. Ces bobines sont enroulées très plates et disposées au-dessus et au-dessous du four, afin de faciliter leur refroidissement, assuré par circulation d'air. La bobine plate supérieure peut se relever pendant le basculement du four.

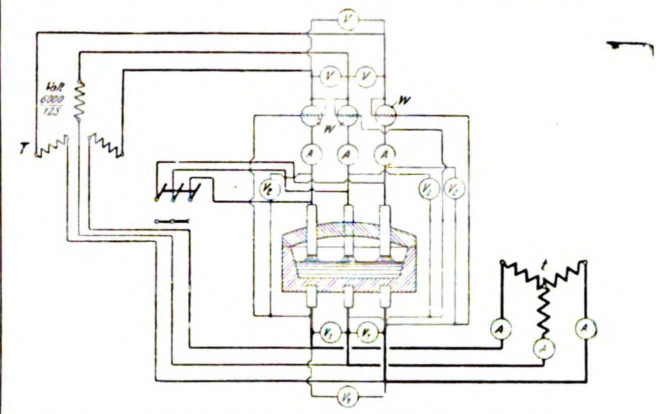


Fig. 2. — Schéma des connexions d'un four Nathusius.

Four Hiorth. — Ce four (*fig.* 3 et 4), en service à Jossingfjord, est de construction analogue au four Röchling-Rodenhauser monophasé, mais présente la même disposition que le four Frick pour la bobine inductrice supérieure *b* qui est relevable par rapport à la carcasse magné-

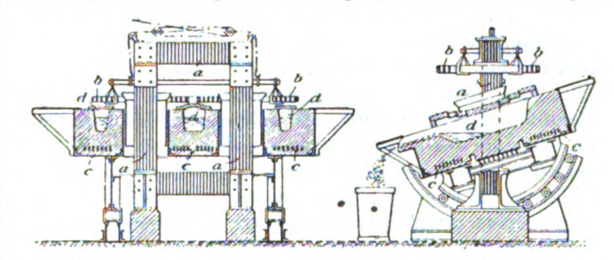


Fig. 3 et 4. — Coupes verticales d'un four Hiorth.

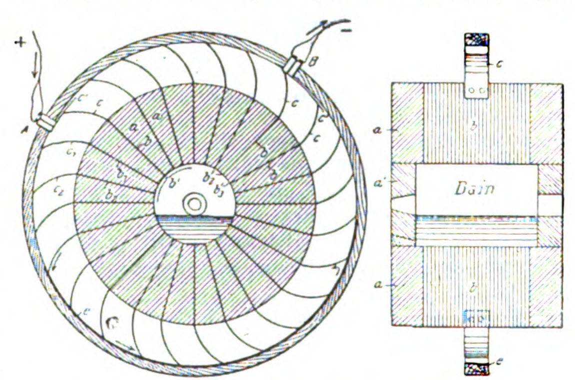


Fig. 5 et 6. — Coupes verticales schématiques d'un four Ichewsky.

tique *a*. La bobine inférieure est enrobée dans les matériaux du creuset annulaire double *d*. Le four est du type basculant et monté sur deux trains de rouleaux prenant appui sur deux rails circulaires situés dans des plans verticaux parallèles.

Four Ichewsky. — Ce four (*fig.* 5 et 6) est formé d'un tambour en briques moulées *a* entre lesquelles on interpose des lames de fer *b* formant électrodes. Le tambour est animé d'un mouvement de rotation lent et continu, et le courant est amené au creuset central et au métal qu'il contient par deux balais A et B. Ceux-ci sont connectés à des lames élastiques *c* frottant sur les lames courbes c_1, c_2, ..., terminant les électrodes *b*. Le courant venant de A se bifurque sur le revêtement intérieur du creuset qui est conducteur à chaud; une partie du courant se rend directement aux électrodes de sortie par l'intermédiaire de ce revêtement qui fait fonction de résistance de chauffage; l'autre partie passe par le bain qui s'échauffe. Un four de ce système, de 75 cm de diamètre intérieur et 125 cm de longueur, est en service dans une usine métallurgique de l'Oural et consomme 500 ampères sous 500 volts par tonne de métal traité.

La fabrication industrielle du fer électrolytique.

On sait que de nombreux essais ont été tentés pour obtenir industriellement du fer pur par électrolyse. D'après *La Nature*, le professeur Franz Fischer, de Berlin, serait parvenu à surmonter complètement les difficultés pratiques que présentait ce problème et son procédé serait appliqué dans les grands ateliers d'électrolyse Langbein-Pfannhauser à Leipzig.

Le fer obtenu est très pur et se dépose sur l'électrode à l'état de tôle très brillante, très solide et facile à travailler. En utilisant des électrodes appropriées, on peut obtenir des tubes ou des objets en fer de formes plus compliquées.

Rappelons que grâce à sa pureté, le fer électrolytique possède des propriétés magnétiques intéressantes : il s'aimante et se désaimante avec beaucoup plus de rapidité que le fer doux ordinaire. Ce serait là un avantage des plus précieux dans la construction des électro-aimants et des machines électriques.

ARGENT ET OR.

Le raffinage électrolytique à la Monnaie des Etats-Unis (1).

Les méthodes électrolytiques ont été appliquées avec plein succès à la Monnaie de Philadelphie. Le problème consiste à séparer à l'état pur les métaux précieux des lingots composés d'or, d'argent et métaux basiques en toutes proportions. La purification se fait en deux opérations successives : 1° raffinage de l'argent; 2° raffinage de l'or.

1° Raffinage de l'argent. — L'électrolyte se compose d'une solution à 2 pour 100 de nitrate d'argent avec environ 2 pour 100 d'acide nitrique libre. Elle est placée dans de grandes cuves en poteries, 60 de ces cuves étant mises en série, de telle sorte que chaque cellule électrolytique demande moins d'un volt de tension à ses bornes. Les anodes se composent de 40 pour 100 d'or, environ 47 pour 100 d'argent et le reste de métaux basiques. C'est du moins là la meilleure composition pour faciliter l'extraction de l'argent. Les anodes sont suspendues dans la cuve après avoir été enveloppées d'un sac. La densité de courant est de 5 à 7 ampères par pied carré (0,0929 m^2). Toutes les huit heures, on soulève la cathode pour enlever les petits cristaux qui y adhèrent. La même cathode sert de nouveau jusqu'à ce qu'elle devienne trop lourde. Pour obtenir un dépôt régulier d'argent, il faut maintenir la quantité de nitrate d'argent aussi constante que possible dans le bain par addition de ce sel. Quand l'électrolyte ne peut plus servir, on le pompe dans des cuves de terre où, au moyen d'anodes en fer insolubles, on réduit à un très faible pourcentage sa teneur en argent. Après quoi on précipite l'argent qui reste, à l'état de chlorure d'argent par le chlorure de sodium. A la surface de l'anode il se forme du peroxyde de plomb qui protège le fer. Le dépôt noir qui s'y forme contient de petites quantités de peroxyde d'argent et des traces de peroxyde de palladium qu'on extrait du plomb métallique après réduction par le charbon dans un petit four à tuyères. Le produit du raffinage électrolytique contient rarement moins de 99,9 pour 100 d'argent pur et moins de $\frac{1}{100000}$ de son poids d'or.

2° Raffinage de l'or. — On utilise comme anodes les anodes travaillées par le procédé ci-dessus. On les suspend dans un électrolyte composé de 10 pour 100 d'acide chlorhydrique et environ 3 pour 100 d'or à l'état de chlorure d'or. Les cuves sont en porcelaine et placées dans un bain de sable chauffé à la vapeur, de telle sorte que la température de l'électrolyte soit d'environ 51° C. La circulation est assurée au moyen de petites hélices d'ébonite qu'un moteur électrique fait tourner à 700 t : m. Pour les anodes qu'on travaille à la monnaie de Philadelphie, on emploie une densité de courant de 70 ampères par pied carré (0,0929 m^2). La pureté du produit obtenu est de 99,95 pour 100 d'or avec des traces d'argent. Les boues et l'électrolyte contiennent tous les métaux qui se trouvaient dans l'anode et c'est là surtout que se concentrent le platine et le palladium. Le platine est précipité de la solution par le sel ammoniac à l'état de chlorure platino-ammoniacal qui est soigneusement lavé et qui, par chauffage, donne du platine spongieux. C'est même une source de revenu qui était perdue jusqu'à ce jour. On peut d'ailleurs récupérer également le palladium. Les boues d'électrolyte se composent principalement d'un mélange de chlorure d'argent et d'or à l'état d'extrême division, avec quelques grains d'iridium. Après lavage, on ajoute au mélange du zinc granulé pour réduire le chlorure en argent métallique et, après avoir lavé une seconde fois, on fond le tout en barres et la masse obtenue est utilisée pour la fabrication des anodes solubles des bains d'argent.

(1) *Journal du Four électrique et de l'Électrolyse*, 15 mai 1911.

VARIÉTÉS.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS.

Excursion dans le Sud de la France (1).

La deuxième partie du programme comprenait la visite de quatre des usines de la Société d'Énergie électrique du Littoral méditerranéen, soit, dans l'ordre où elles furent visitées : Ventavon, La Brillanne-Villeneuve, La Siagne, Le Loup. Cet ordre n'est pas celui qu'eût imposé la logique, si l'on avait voulu suivre celui dans lequel il fut procédé à leur création; mais il fallut se plier aux nécessités d'itinéraire imposées par leur situation géographique.

Ces usines sont destinées à fournir du courant à la haute tension de 50000 ou 30000 volts, suivant les usines, pour l'alimentation des trois réseaux de la Société : Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes (2). Pour l'alimentation des principaux centres de distribution locales, ces tensions subissent une première transformation qui les abaissent à 10000 et 13500 volts selon le cas; c'est d'ailleurs à cette tension que les usines envoient directement le courant aux agglomérations qui les avoisinent.

Les réseaux sont disposés de manière à pouvoir équilibrer, au mieux possible, la charge entre les diverses usines génératrices; tous leurs éléments ont été disposés de manière à pouvoir, théoriquement, se prêter à la marche en parallèle; pratiquement on évite de le faire, la marche en parallèle d'usines séparées par une grande distance présentant de sérieuses difficultés.

On comprendra mieux les raisons qui, malgré l'unité de plan et d'origine du matériel électrique sorti pour la presque totalité des Ateliers de la Compagnie française pour l'exploitation des Procédés Thomson-Houston, ont imposé de ne pas réaliser l'uniformité du voltage, en rappelant brièvement l'origine de la Société.

Fondée en 1900, au capital de 4 millions de francs, la Société aménagea d'abord l'usine du Loup, noyau de son développement, puis acheta à la Compagnie des Tramways de Nice l'usine de La Mescla sur le Var, et la ligne à 10000 volts qui la reliait aux Tramways de Nice. Elle accepta donc, pour son usine du Loup, 10000 volts, 25 périodes.

Pour racheter à la Société des Forces motrices des Alpes-Maritimes son usine de Plan du Var et sa clientèle, le capital fut porté au chiffre de 8 millions de francs. Les 5000 volts, 50 périodes des Forces motrices furent transformés en 10000 volts, 25 périodes. La Société avait ainsi créé son réseau des Alpes-Maritimes, et adopté 10000 volts pour ce réseau.

Pour alimenter les tramways de la Compagnie des Tramways de Toulon et de la Compagnie provençale de Tramways électriques, ainsi que les réseaux d'éclairage de nombreuses villes et agglomérations, elle acquit les droits nécessaires à l'installation de l'usine d'Entraygues sur l'Argens et de La Siagne sur la rivière de même nom. Ce fut l'origine du réseau du Var, qui commença de fonctionner, avec l'usine d'Entraygues, fin de l'année 1904. La tension de ce réseau fut fixée à 30000 volts.

Désireuse d'alimenter les tramways de Marseille, et de créer un réseau des Bouches-du-Rhône, pour répondre aux nombreuses demandes émanant de cette région, la Société porta son capital le 28 mars 1904 de 8 à 16 millions de francs ; en même temps fut décidée la création de l'usine de La Brillanne-Villeneuve, ainsi que des lignes de transport d'énergie électrique haute tension destinées à la desservir. La tension fut arrêtée à 50000 volts.

Pour répondre au plus pressé, la Société décida d'aménager immédiatement l'usine de La Siagne dont elle avait acquis la chute en même temps que celle d'Entraygues afin de parer à tout événement. Pour lui permettre d'aider aussi bien l'usine d'Entraygues que celle du Loup, elle fut installée de manière à pouvoir fournir du courant à 30000 et à 10000 volts.

Quant à l'adjuvant dont on avait besoin pour les Bouches-du-Rhône, l'usine de La Siagne le fournit au moyen de transformateurs surélevant la tension de 30000 à 50000 volts.

La Société reçut enfin une grosse demande de puissance de la Société du Sud-Électrique, dont l'objet est d'alimenter, en énergie électrique, le Comtat-Venaissin et la Camargue. Pour répondre à cette demande elle acquit la chute du Verdon et les droits à l'installation de l'usine de Ventavon, la dernière en date et la plus perfectionnée dont le courant est fourni comme à La Brillanne-Villeneuve, à la tension de 50000 volts. Le capital fut porté le 12 mars 1906 de 16 à 32 millions de francs.

Telle est la genèse des usines que nous avons visitées et des diverses tensions en service. Ces renseignements sont tirés de l'excellente brochure qu'a bien voulu nous donner la Société à cet effet, ce dont nous ne saurions trop la remercier. Ils montrent comment, sous l'impulsion des demandes d'énergie, et par la réalisation de justes prévisions, une entreprise, commençant modestement avec les 2400 kw de l'usine du Loup, possède à ce jour une puissance installée de 51500 kw avec 1525 km de lignes aériennes et 116 km de câbles souterrains (*fig.* 1).

Ils montrent en même temps comment la variété des voltages a été imposée par la nécessité de s'adapter aux situations déjà existantes, et par la réserve prudente avec laquelle étaient abordés des voltages de plus en plus élevés. Le résultat obtenu est un bel exemple de ce que peut atteindre une volonté persévérante.

Avant d'entrer dans le détail des visites, nous devons remarquer, d'une manière générale, outre l'unité du

(1) La première partie du compte rendu de cette excursion a été publiée dans le numéro du 14 avril, p. 345-347.

(2) Consulter à ce propos les articles publiés dans les numéros de *La Revue électrique* du second trimestre 1908.

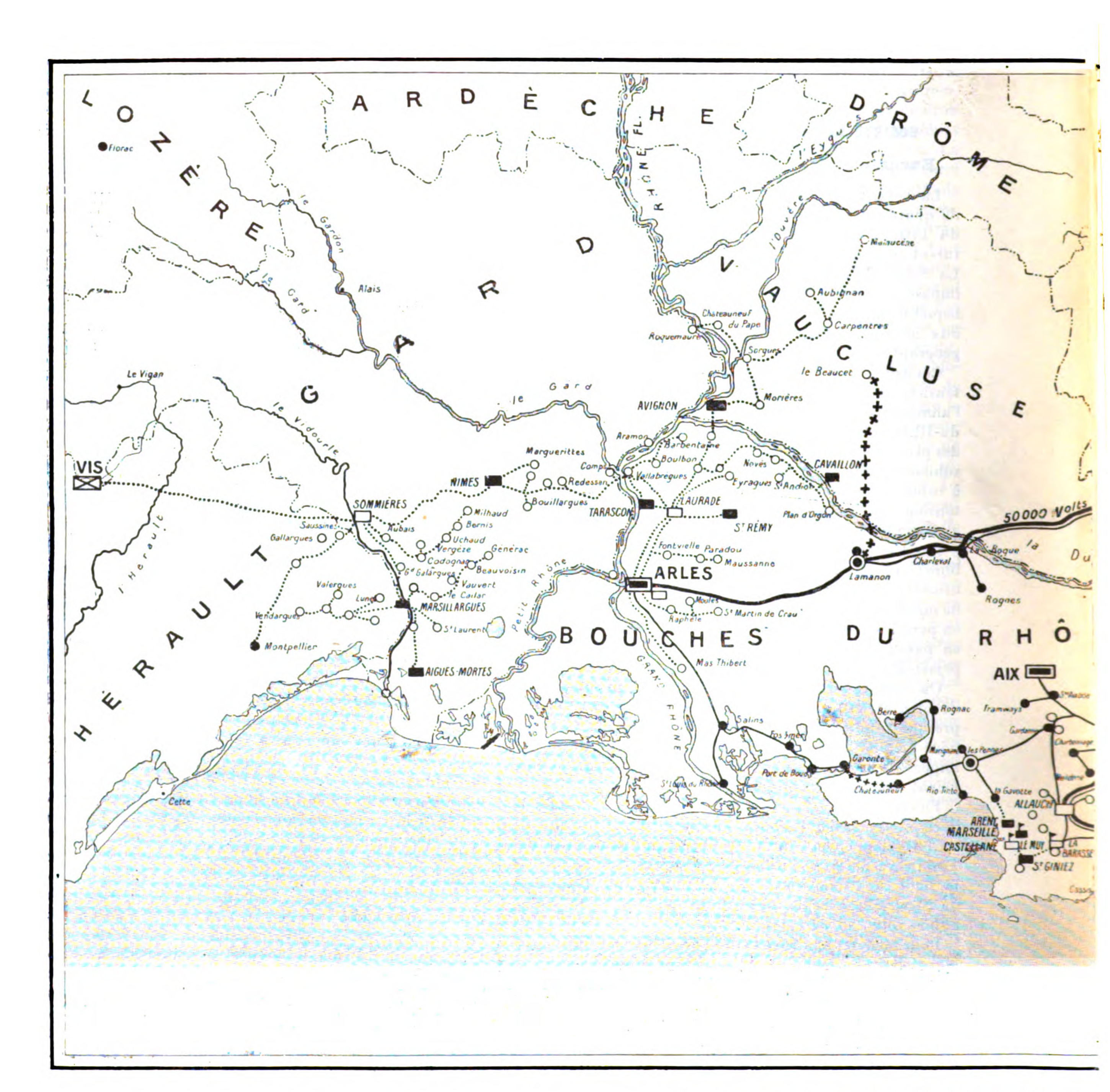
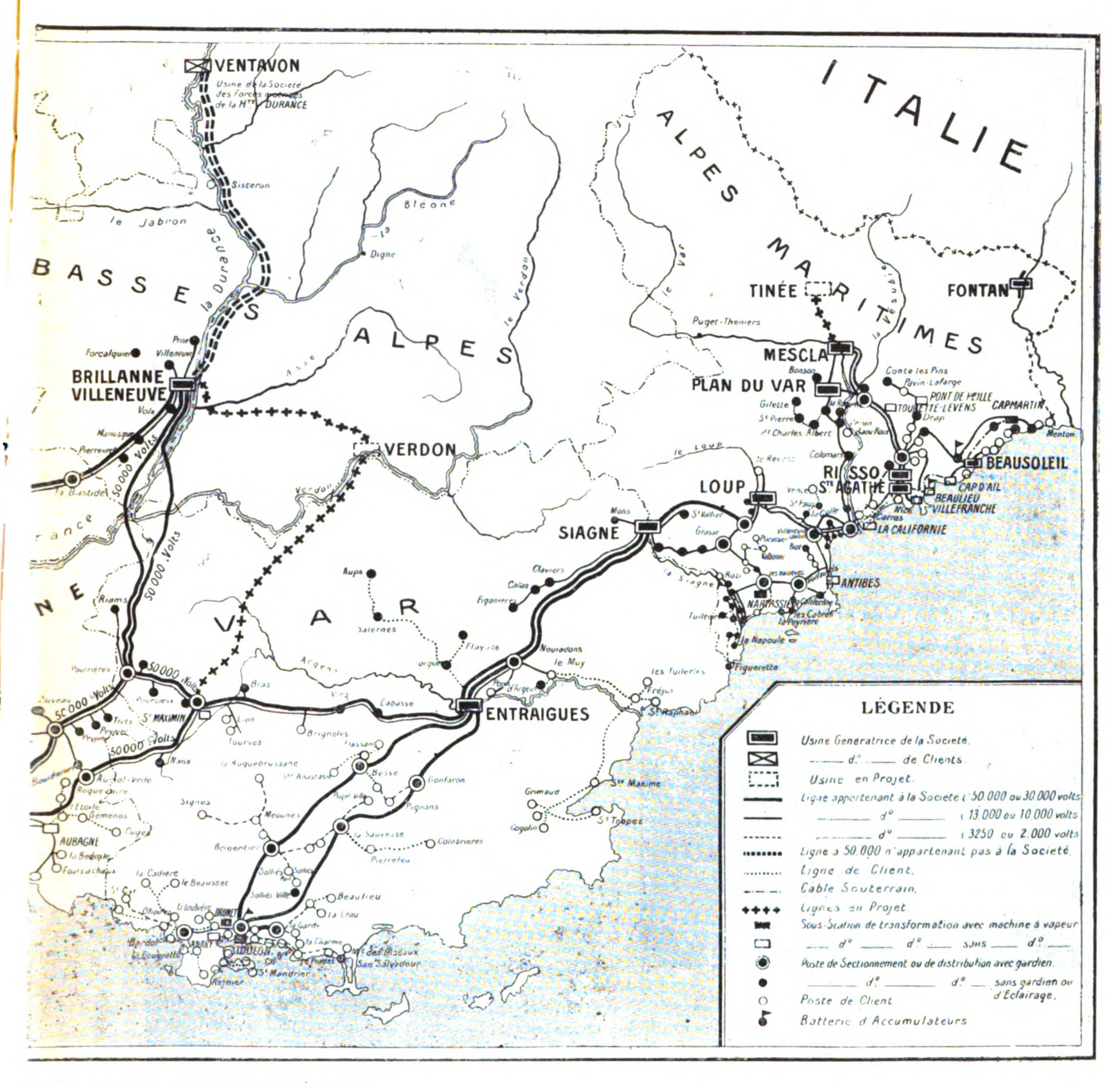


Fig. 1. — Carte des réseaux de l'Énergie électrique du



Littoral méditerranéen et du Sud-Électrique.

matériel, le grand souci apporté à la construction des lignes aériennes, doublées autant qu'il a été possible. Pour remédier aux possibilités d'accidents mécaniques, les isolateurs triples cloches ont été étudiés avec le plus grand soin, fabriqués pour résister aux chocs de toute nature, et essayés sous les chocs les plus violents.

La situation des usines a cet heureux avantage de leur permettre d'être alimentées par des rivières à des régimes différents quant aux époques de basses eaux, telles que la Durance et le Var d'origine glaciaire, d'une part, et d'autre part La Siagne, l'Argens, et le Verdon dont l'étiage se produit en été. Il en résulte une notable atténuation de la puissance globale du réseau. On s'est d'ailleurs assuré le concours de centrales à vapeur dont 23700 kw sont actuellement installés.

D'une manière générale, on a complètement séparé les bâtiments des alternateurs de ceux des transformateurs surélévateurs de tension.

USINE DE VENTAVON. — La visite commença par l'usine de Ventavon. Après avoir joui d'une admirable matinée en venant de Grenoble à Laragne, gare la plus proche de Ventavon, par la superbe voie ferrée du Col de Lus-La Croix Haute, les excursionnistes arrivèrent, vers le milieu de l'après-midi, à l'usine où les attendaient M. Borelis, ingénieur de la Société.

L'usine de Ventavon, située à 4 km environ du village de ce nom, est installée au confluent du Beynon et de la Durance, au pied d'une sorte de plateau bordant la Durance, et le long de la crête duquel a été aménagé le canal d'amenée des eaux, dont l'origine est à 14 km de l'usine, à 1,600 km du village de La Saulce. La section du canal est de 30 m², sa pente de 0,30 m par kilomètre.

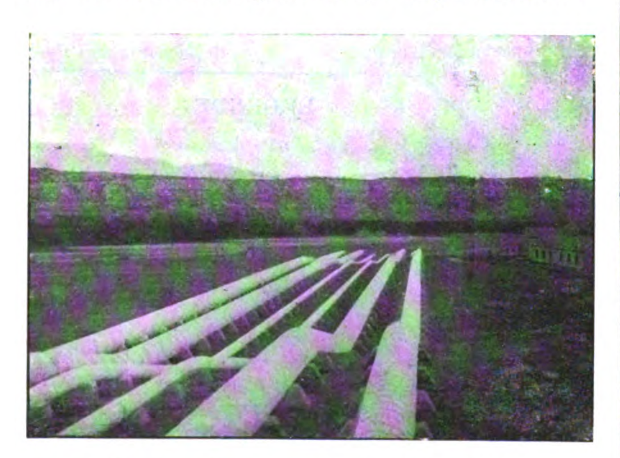


Fig. 2. — Ventavon : Les conduites entre la chambre d'eau et l'usine.

La hauteur de chute est de 50 m et la puissance installée de 25000 chevaux.

A l'arrivée au barrage, le canal se termine par un élargissement formant chambre de décantation, avec déversoir d'un côté, et vannes de décharge de chaque côté. La chambre de décantation est séparée des chambres de prise par une grille. Il y a huit chambres de prise correspondant à autant de conduites. Cinq de ces conduites sont actuellement posées : quatre, d'un diamètre de 2,30 m, correspondent aux quatre turbines d'alternateurs d'une puissance de 6200 chevaux. La cinquième, de 1 m de diamètre, alimente les turbines de deux excitatrices et d'un groupe auxiliaire.

Ces conduites en tôle d'acier doux présentent une résistance à la rupture de 38 kg par milimètre carré. Elles ont une épaisseur variant de 8 mm à 16 mm pour les grosses unités ; la plus faible a une épaisseur constante de 8 mm. Elles reposent, par l'intermédiaire de coussinets de tôles, sur des massifs en béton, et descendent directement du barrage à l'usine, dont la plus grande dimension est perpendiculaire à la direction de l'axe des conduites, de telle sorte qu'à chaque conduite correspond un groupe hydro-électrique.

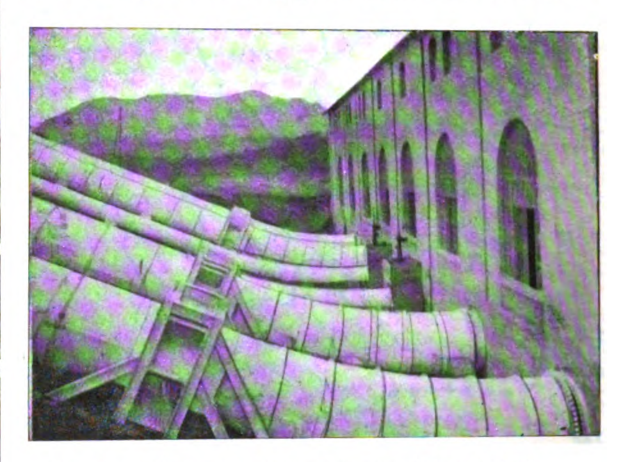


Fig. 3. — Ventavon : Entrée des conduites à l'usine.

Le bâtiment de l'usine, complètement distinct de celui des transformateurs élévateurs de tension, a 86 m de longueur, sur 20,50 m de largeur et 20 m de hauteur. Elle renferme quatre groupes générateurs d'une puissance unitaire de 6200 chevaux ; trois groupes d'excitatrices de 300 chevaux, dont une de réserve et un groupe pour l'éclairage. La place est réservée pour deux groupes de 7000 à 7500 chevaux.

Les turbines sont de la maison Piccard-Pictet du type Francis double, à axe horizontal, avec alimentation distincte mais évacuation commune. Elles sont prévues pour un diamètre de conduite de 2,50 m et tournent à 300 tours par minute.

Les aubes sont manœuvrées à l'aide d'un dispositif à levier et à ressort, commandé par le régulateur à l'aide d'un servo-moteur à huile. Le ressort intervient à la fermeture et son but est d'éviter le bris des aubes, en cas d'obstacles s'opposant à leur mouvement pendant cette fermeture. Les turbines excitatrices et leur agencement sont de la maison Neyret-Brenier de Grenoble, ainsi que deux des turbines génératrices, exclusion faite des appareils de régulation. Ces derniers, ainsi que deux des turbines génératrices complètes viennent de la maison Piccard-Pictet.

Les alternateurs de la Société Alioth fournissent du courant triphasé à la tension de 7500 volts, et à la fré-



quence de 25 périodes au régime de 300 tours par minute. Chaque alternateur a son tableau de commande spécial avec appareils de mise en service, et déclencheur automatique d'excitation commandé par déclenchement de l'interrupteur d'induit.

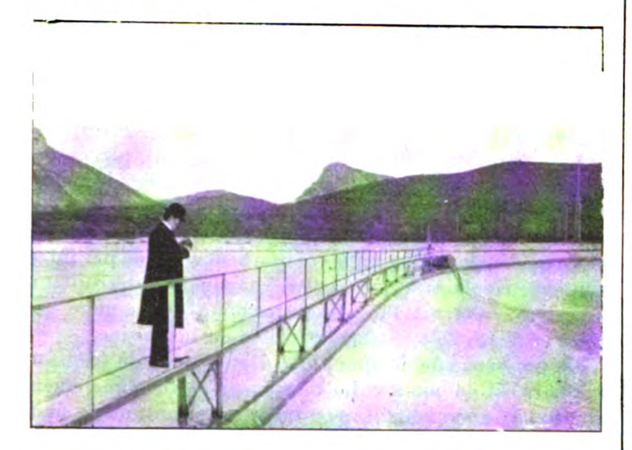


Fig. 4. — La Brillanne : Chambre d'eau.

En arrière des tableaux, dont elles sont séparées par une cloison, se trouvent deux systèmes de barres omnibus; sur l'un sont branchés les transformateurs, l'autre sert au couplage des alternateurs.

L'excitation se règle à partir du tableau central. Le réglage du voltage des alternateurs se fait en agissant sur l'excitation des excitatrices, automatiquement, par l'intermédiaire d'un régulateur à contacts analogue à ceux de M. Thury. Ce tableau porte également le schéma des connexions entre les barres, transformateurs et alternateurs, avec signaux lumineux permettant de suivre l'exécution des manœuvres. Toutes les commandes des interrupteurs correspondants se font par moteurs basse tension.

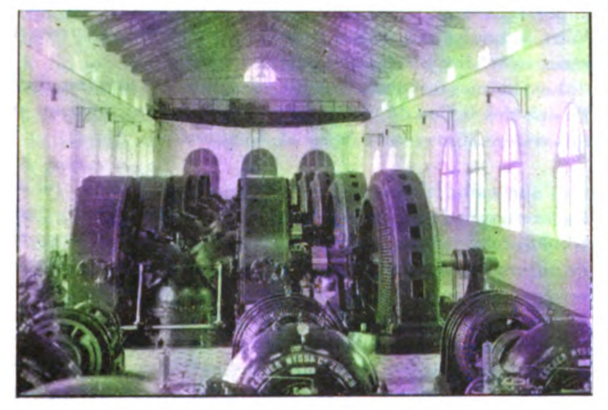


Fig. 5. — La Brillanne : Vue de l'usine.

Bâtiment des transformateurs. — Ce bâtiment, complètement distinct de l'usine, lui est relié par un câble sous plomb en galerie souterraine. La tension y est portée de 7500 volts à 54500 volts. Les transformateurs, des Ateliers Thomson, sont tous monophasés et placés par groupes de trois dans des cases distinctes. Il y en a douze, à isolement d'huile et refroidissement par circulation d'eau.

Chaque groupe de trois transformateurs est commandé par un jeu de trois interrupteurs tripolaires. Le premier relie le transformateur aux barres à 7500 volts; les deux autres sont destinés à le mettre à volonté en relation avec l'une ou l'autre des lignes de départ à 54500 volts. Il y a donc quatre interrupteurs tripolaires à 7500 volts isolés dans quatre cases distinctes, et huit interrupteurs à 54500 volts. Pour ces derniers, chaque phase est isolée en cellule spéciale fermée sur la face antérieure par panneau de bois amovible. Tous ces appareils, nous l'avons vu, sont commandés du tableau central à l'aide de moteurs basse tension.

Le courant de l'usine de Ventavon est envoyé à Marseille par deux lignes distinctes triphasées qui traversent l'usine de La Brillanne. Là elles sont sectionnées et peuvent être mises en parallèle avec les barres de cette dernière usine. Les deux lignes suivent un tracé à peu près parallèle, bien qu'il y ait eu intérêt à les séparer; les raisons de facilité de trouver des emplacements pour les poteaux, et aussi de surveillance ont été prépondérantes sur une grande partie du parcours. Les lignes en aluminium jusqu'à La Brillanne sont posées sur isolateurs triple cloche extrêmement résistants; l'ensemble des isolateurs et de leurs potences métalliques est en quelque sorte entouré à distance de fers coudés fixés au pylône.

Les départs sont protégés par des parafoudres Thomson, des limiteurs à eau et des parafoudres électrolytiques à calotte, à raison d'un ensemble d'appareils par fil de ligne.

Nous allions d'ailleurs revoir le lendemain plus en détail, le temps nous étant moins mesuré, des dispositifs analogues à l'usine de La Brillanne.

USINE DE LA BRILLANNE. — L'usine de La Brillanne est établie à 2 km environ de la gare de Volx sur la ligne de Gap à Marseille. Elle est alimentée avec les eaux de la Durance, amenées au-dessus de l'usine par un canal à ciel ouvert. La prise est faite à 7,2 km de l'usine, près du village de La Brillanne. Il n'y a point de barrage, dont l'établissement eût été rendu pénible en particulier par la très grande largeur de la rivière. On a trouvé là une disposition assez favorable du terrain qui, s'allongeant en presqu'île dans la Durance et dans le sens de son cours, formait une sorte d'épaulement naturel; la prise a été établie à l'endroit où la Durance venait buter contre cet épaulement. Le canal suit à peu près régulièrement le tracé de la voie du chemin de fer. Il a nécessité de nombreux travaux d'art. A mi-chemin il traverse un réservoir de 40000 m³.

En aval il a 10 m de largeur, et a été prévu pour un débit de 60 m³ par seconde. En amont sa largeur est de 10,50 m. Il aboutit à un réservoir, séparé des chambres de prise par une grille, et muni d'un déversoir de 100 m de long, et de trois vannes pour le nettoyage. La hauteur de chute utile est de 22 m. Il y a cinq conduites principales correspondant à cinq groupes générateurs, plus une conduite de moindre importance pour les excitatrices.

Elles sont en tôle d'acier avec carapace en ciment armé et une épaisseur variant de 6 mm à 8 mm. Les conduites principales ont 2,70 m de diamètre, la conduite secondaire 1,30 m. Les premières peuvent fournir 15 m³ par seconde et par turbine.

On éprouve quelques ennuis au moment du passage des glaces. Si les gros morceaux peuvent être facilement écartés, il n'en est pas de même des autres, et le seul remède après s'être débarrassé des plus gros, pour empêcher l'obstruction de la grille, est de la lever complètement, et d'envoyer ainsi dans les turbines, suivant l'expression imagée de notre cicerone, un sorbet qu'elles absorbent très facilement.

Il y a cinq groupes de turbo-alternateurs d'une puissance unitaire de 3500 chevaux à la vitesse de 250 t : m. Les turbines de la maison Escher Wyss, sont du type Francis à double introduction et évacuation commune Les alternateurs triphasés, des ateliers Thomson-Houston, fournissent du courant triphasé à la tension de 7500 volts, et la fréquence de 25 p : sec. La puissance totale installée est donc de $5 \times 3500 = 17\,500$ chevaux.

L'excitation représentant 1 et 0,5 pour 100 de la puissance installée est fournie par un groupe de 200 kw, donnant 110 à 125 volts. Sur le même arbre que la génératrice continue est calé un alternateur donnant 13 500 volts pour le service de la région.

Il y a un groupe de réserve. Les pompes à huile pour les services généraux de l'usine sont commandées par deux turbines distinctes. L'usine est desservie par un pont roulant de 25 tonnes.

Toutes les commandes se font à partir du tableau; les appareils de mise en service des alternateurs occupent le panneau du milieu; celui de gauche est réservé aux interrupteurs à courants continus, celui de droite au départ des lignes. A chaque groupe électrogène correspondent un interrupteur pour l'excitation, un pour la basse tension, un pour la haute tension.

Le courant est recueilli sur un système de barres omnibus à 7500 volts, établi entre l'usine et le bâtiment des transformateurs et qui permet de faire travailler un alternateur quelconque sur un groupe quelconque de transformateurs.

Derrière le tableau est disposé un régulateur de voltage du système de M. Thury agissant sur l'excitation des génératrices.

Le bâtiment des transformateurs, complètement distinct de celui de l'usine, occupe une surface de 1100 m².

A l'intérieur sont disposées deux séries de barres omnibus de 10 mm de diamètre en cuivre nu, scindées en trois tronçons reliables entre eux par des interrupteurs.

Le premier tronçon reçoit le courant des deux lignes de Ventavon et de celle du Verdon, lesquelles peuvent être directement reliées aux lignes partant de La Brillanne et se dirigeant vers Marseille. Le deuxième tronçon sert de point de départ aux lignes d'Arles et d'Avignon. Le troisième est relié aux transformateurs. Les interrupteurs reliant les barres entre elles sont des interrupteurs tripolaires, 50 000 volts.

Chacune des lignes de Ventavon et du Verdon porte, outre deux interrupteurs d'arrivée et de départ permettant d'isoler l'usine des lignes aériennes, trois interrupteurs de service. Elles sont munies à l'arrivée et au départ d'une batterie de parafoudres.

Les lignes d'Arles et d'Avignon, outre un interrupteur de départ, possèdent chacune deux appareils de coupure.

Enfin les deux systèmes de barres peuvent être couplés entre eux par un interrupteur spécial.

Les transformateurs, dont la basse tension est enroulée en triangle et la haute tension en étoile, peuvent être reliés du côté haute tension à l'une ou l'autre des barres collectrices, du côté basse tension, soit aux barres omnibus à 7500 volts, soit à l'alternateur qui leur correspond.

Les transformateurs, un par phase, sont placés par groupe de trois, dans des cellules séparées. Les interrupteurs tripolaires correspondant à chaque groupe sont placés à l'étage au-dessus également en cellules séparées; mais tandis que le dispositif comporte une cellule par interrupteur tripolaire à 7500 volts, chacun des interrupteurs à 50 000 volts est lui-même cloisonné de manière que chaque phase soit nettement isolée de la voisine.

La puissance de chaque unité d'un groupe de transformateurs est de 900 kw. La tension est élevée directement de 7500 à 52 000 volts. Les enroulements sont noyés dans l'huile, refroidie par un serpentin à circulation d'eau.

Des avertisseurs signalent l'élévation anormale de température.

Les interrupteurs, aussi bien à 7500 qu'à 52000 volts, sont commandés du tableau par le moyen d'un moteur à courant continu 110-125 volts, actionnant les interrupteurs à double rupture par l'intermédiaire d'un dispositif transformant le mouvement de bascule en mouvements rectilignes, et de ressorts assurant la rupture brusque dans l'huile.

La tension du courant au départ est donc de 52000 volts la tension à maintenir à Ventavon pour obtenir ce chiffre à l'arrivée est de 55000 volts.

Trois des lignes partant de l'usine, avons-nous vu, vont à Marseille; elles aboutissent au poste d'Allauch, après un parcours de 100 km où la tension, qui est environ de 47000 volts entre extrémités de ligne, est abaissée à 13 500 volts.

Au départ ces lignes sont protégées par des parafoudres Wirt à boules, ainsi que par des parafoudres à corne en série avec des résistances électrolytiques.

Les mêmes dispositifs sont installés à l'arrivée dans l'usine des lignes de Ventavon et du Verdon, ainsi qu'au départ des lignes vers Arles et Avignon.

L'après-midi fut employé à se rendre à Marseille, d'où les excursionnistes devaient repartir de bon matin pour Toulon et y consacrer la journée à la visite de l'arsenal, et en particulier du *Voltaire*, croiseur cuirassé à turbines en construction dans les chantiers de La Seyne. Grâce à l'extrême obligeance de M. l'ingénieur Maugas, ingénieur en chef de la Marine et vice-président de notre Société, la visite fut des plus instructives. La matinée fut consacrée au *Voltaire*, dont les aménagements montrent les services considérables rendus par l'électricité, pour le maniement rapide et souple de ces énormes masses dont on arrive à mettre, pour ainsi dire matériellement, tous les organes entre la main du commandant. Après un cordial déjeuner aux Tamaris, nous eûmes le plaisir



de parcourir l'arsenal, d'y voir l'*Ernest-Renan*, les nouvelles cales de radoub en construction, et de terminer la visite par les chantiers de construction de l'Etat, au Mourillon.

Le lendemain, départ de bonne heure pour Cannes et de là pour les usines de La Siagne et du Loup. Par une matinée ensoleillée, au milieu des pêchers et des amandiers en fleurs, ce fut pour le pittoresque une course splendide.

La descente du village de Saint-Cézaire à l'usine, avec une machine de la puissance de celle que nous avions, vaut vraiment une petite émotion.

Usines de La Siagne et du Loup. — L'usine de La Siagne, sur la rivière de même nom, est en effet située au fond d'une gorge profonde. La longueur du canal de dérivation est de 7 km, comportant 100 m de tunnel. La hauteur de chute est de 350 m. La conduite aboutit à une chambre située directement au-dessus de l'usine et d'où descendent deux collecteurs.

La puissance installée est de 6000 kw, répartis en quatre unités de 1500 kw chacune. Les turbines sont des roues Pelton; elles peuvent débiter 625 litres à la seconde et sont munies de régulateurs à pointeau.

Les alternateurs donnent directement 10 000 volts, ce voltage étant celui existant déjà dans les régions qu'elle était appelée à desservir.

L'excitation se fait au moyen de deux dynamos commandées par turbines spéciales : l'une, donnant 115 volts 700 ampères; l'autre 115 volts 270 ampères.

La tension, pour une grande partie du courant, est élevée de 10000 à 30000 volts. Les transformateurs, dont il y a trois groupes de trois, sont monophasés, d'une puissance maxima unitaire de 750 kw.

Les interrupteurs à 10000 et 30000 volts, ainsi que les parafoudres, sont du même type que ceux de l'usine de La Brillanne. Les commandes des appareils peuvent se faire soit électriquement à distance, soit à la main.

Il y a deux séries de barres omnibus.

L'usine dessert en partie la ville de Toulon, le réseau du Var et des Alpes-Maritimes; elle peut venir en adjuvant au réseau des Bouches-du-Rhône. Les deux lignes allant vers Toulon passent par l'usine d'Entraygues; elles peuvent y être connectées avec les lignes du réseau à 50000 volts par l'intermédiaire de transformateurs surélévateurs portant la tension de 30000 à 50000 volts. La ligne de Nice est également à 30000 volts. La ville de Grasse et les environs sont desservis par une ligne à 10000 volts.

Grasse est également desservie par deux lignes à 10000 volts, venant de l'usine du Loup qui fut le noyau des installations de l'Énergie électrique du Littoral méditerranéen et par la visite de laquelle devait se terminer le programme de notre voyage.

Cette usine est établie à la sortie des gorges du Loup, sur la rivière du même nom, et alimentée par une chute de 250 m. Elle comprend quatre groupes de 600 kw. Les turbines sortent de la maison Escher Wys. Elles peuvent donner 1000 chevaux, le débit maximum des conduites étant de 1200 litres par seconde.

Les alternateurs des ateliers Thomson-Houston fournissent directement 10000 volts, tension à laquelle se fait la distribution générale à partir de l'usine. En général, trois des groupes marchent en parallèle, le quatrième sert de réserve. L'excitation est assurée par deux génératrices courant continu 140 volts. Outre les deux lignes d'alimentation de Grasse, une troisième rejoint à Cagnes les lignes de l'usine du plan du Var. Tout est d'ailleurs disposé pour que le courant de l'usine du Loup, convenablement surélevé, puisse être utilisé avec celui venant aux tensions de 30000 et 50000 volts des usines de La Siagne, La Brillanne et Ventavon.

Comme nous l'avons remarqué déjà, tout le réseau peut être mis en parallèle, on l'évite autant que possible, en raison de difficultés provenant de la grande distance des usines.

L'excursion était terminée au point de vue technique. Nous en avions suffisamment vu pour apprécier la persévérance heureuse avec laquelle ont été réalisées les extensions successives du programme primitif. L'effort est d'autant plus méritoire qu'avec un réseau de canalisations aériennes aussi étendues, les difficultés sont considérables. Les appareils de sécurité, disposés à l'entrée et au départ des lignes, protègent bien les usines et leurs aménagements; il est plus délicat d'affirmer qu'elles protègent efficacement les lignes.

L'emploi des canalisations souterraines éviterait bien des ennuis; on ne peut pas dire que le problème de leur emploi pour ces hautes tensions soit résolu dans le cas général; la présence parmi nous d'un ingénieur d'un grand établissement de câbles du Sud-Ouest montre l'intérêt qui s'attache à ces questions.

Un théoricien pourrait également s'étonner des voltages variés qu'on a conservé : 50000, 30000, 18000, 10000 volts, augmentant ainsi les chances de perturbations. La pratique qui ne peut concevoir les installations que parallèlement avec leur prix de revient, obligée souvent de s'accommoder d'états antérieurs, est fondée à ne pas toujours être de cet avis; ce que peut en tout cas admirer le théoricien, c'est l'habileté des ingénieurs qui, malgré tant de difficultés, sont arrivés à rendre possible la marche en parallèle d'unités si diverses et si éloignées les unes des autres.

A.-L. Racapé.

MATÉRIAUX ÉLECTROTECHNIQUES.

Influence de la température sur la rigidité diélectrique des isolateurs en porcelaine.

Pour expérimenter les isolateurs en porcelaine au-dessous de 120°C., on les plaçait dans un bain d'huile; et au-dessus des 120°C., dans le moufle d'un four électrique. La source d'énergie était un transformateur de 50 kw. 250000 volts abaissés à 220 volts pour l'usage du four. G.-O. Weimer a obtenu les résultats suivants :

Température en 0°C.	Tension de disrupture effective en volts.	Température en 0°C.	Tension de disrupture effective en volts.
25......	60700	190......	10500
80......	60100	218......	4000
108......	42500	246......	2500
135......	30250	275......	200
163......	19750		

Au-dessus de 65°C., la tension de disrupture décroît d'abord très vite, et reste à peu près constante à partir de 220° C.



LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION, RÉGLEMENTATION.

Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes portant approbation des types de compteurs électriques.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 18, boulevard de Vaugirard, à Paris, pour approbation du type de compteurs O'K, modèle Z, compensés et non compensés (compoundés et non compoundés);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'électricité en date du 10 avril 1911;

Sur la proposition du Conseiller d'Etat, directeur des Mines, des Voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteurs O'K, modèle Z, compensés et non compensés (compoundés et non compoundés) de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, pour les calibres compris entre 15 et 3000 ampères.

Paris, le 20 mai 1911.

Ch. Dumont.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la demande présentée par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 18, boulevard de Vaugirard, à Paris, pour approbation du type de compteurs ACT III pour courants alternatifs monophasés, à trois fils, et triphasés équilibrés;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du Comité permanent d'électricité en date du 10 avril 1911;

Sur la proposition du Conseiller d'Etat, directeur des Mines, des Voies ferrées d'intérêt local et des distributions d'énergie électrique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges types des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteurs ACT III pour courants alternatifs monophasés, à 3 fils et triphasés équilibrés de la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, pour les calibres jusqu'à 150 ampères inclusivement, sous les tensions de 60 à 550 volts.

Paris, le 20 mai 1911.

Ch. Dumont.

(*Journal officiel*, 23 mai 1911.)

Arrêté préfectoral relatif à la publication des rôles des droits d'épreuve ou de vérification des appareils à vapeur et des récipients de gaz comprimés ou liquéfiés pour le quatrième trimestre de l'année 1910.

Le Sénateur, préfet du département de la Seine,

Vu la loi du 19 juillet 1909, qui règle les contributions directes de toute nature à percevoir pour 1910;

Vu la loi du 30 décembre 1909, autorisant (art. 4) la perception desdites contributions;

Vu la loi du 18 juillet 1892, notamment les articles 6 et 7, relatifs aux droits à percevoir pour les épreuves des appareils à vapeur;

Vu la loi du 13 avril 1898 (art. 9);

Vu les lois, règlements et instructions sur la rédaction et la publication des rôles,

Arrête :

Article premier. — Les rôles pour le quatrième trimestre de l'année 1910 des droits d'épreuve des appareils à vapeur, rendus exécutoires le 26 mai courant, sont publiés à la date de ce jour, 28 mai 1911.

Art. 2. — Les contribuables qui se croiront imposés à tort ou surtaxés pourront réclamer contre les taxes auxquelles ils sont assujettis, par voie de réclamations individuelles adressées au préfet dans les trois mois de ladite publication, c'est-à-dire avant le 30 août prochain. Après l'expiration de ce délai, les réclamations ne seront plus recevables, sauf dans les cas de faux ou double emploi, où le délai ne prend fin que trois mois après que le contribuable a eu connaissance des poursuites officiellement dirigées contre lui par le percepteur pour le recouvrement de la cote indûment imposée.

Art. 3. — Les réclamations doivent, si elles ont pour objet une cote égale ou supérieure à 30 fr. être écrites sur papier timbré.

Art. 4. — Conformément à l'article 17 de la loi du 13 juillet 1903, les réclamations adressées au Préfet devront mentionner à peine de non-recevabilité :

1° La contribution à laquelle elle s'applique;

2° A défaut de la production de l'avertissement ou de l'extrait du rôle, le numéro de l'article du rôle dans lequel figure cette contribution;

3° L'objet de la réclamation et l'exposé sommaire des motifs de nature à la justifier.

Aux termes du même article, nul n'est admis à introduire ou à soutenir une réclamation pour autrui s'il ne justifie d'un mandat régulier. Le mandat doit être, à peine de nullité, écrit sur papier timbré et enregistré, à moins que la demande à laquelle il s'applique n'ait pour objet une cote inférieure à 30 fr. Il doit, sous la même sanction, être produit en même temps que la réclamation, lorsque celle-ci est introduite par le mandataire.

Les frais de timbre et d'enregistrement du mandat sont, comme les frais de timbre de la demande, remboursés aux intéressés, lorsque les demandes sont reconnues fondées.

Art. 5. — Aux termes de l'article 7 de la loi du 18 juillet 1892, le montant intégral des droits d'épreuve des appareils à vapeur est exigible, en une seule fois, dans les 15 jours de la publication des rôles.

Fait à Paris, le 28 mai 1911.

J. de Selves.

Par le Préfet :
Le Secrétaire général de la préfecture,
Armand Bernard.

(*Bulletin municipal officiel* du 29 mai 1911.)



JURISPRUDENCE ET CONTENTIEUX.

Affaire Compagnie Thomson-Houston contre la Compagnie générale électrique de Nancy et la Société anonyme des Tramways électriques d'Épinal (Étude de Me E. de Sobirats, avoué à Nancy). — Arrêt rendu par la Cour d'appel de Nancy, première Chambre civile, le samedi 7 janvier 1911.

Entre : La Compagnie française pour l'exploitation des procédés « Thomson-Houston », dont le siège social est à Paris, rue de Londres, 10, représentée par ses directeur et administrateurs, domiciliés au siège social, appelante, Me de Sobirats, avoué,

Et : 1° La Société anonyme des Tramways d'Épinal, dont le siège social est à Épinal, intimée, Me P. Gutton, avoué;

2° La Compagnie générale électrique, dont le siège social est à Nancy, représentée par ses directeur et administrateur, intimée, Me Bretagne, avoué;

Ouï, aux audiences publiques des 22, 23, et 24 décembre 1910, MMes Desjardin et Taillefer, du barreau de Paris, et Perrout, du barreau d'Épinal, avocats, assistés des avoués des parties, en leurs conclusions et plaidoiries, et, à l'audience publique du 24 décembre 1910, Me Simonet, avocat général, en ses conclusions;

Après en avoir délibéré :

Attendu que la Compagnie française pour l'exploitation des procédés « Thomson-Houston » a fait dresser, le 28 juin 1906, au préjudice de la Société anonyme des Tramways électriques d'Épinal, un procès-verbal de saisie-description d'un appareil dit *contrôleur* ou *régulateur de vitesse* construit et fourni par la Compagnie générale électrique de Nancy, lequel constitue, au dire de la Compagnie saisissante, une contrefaçon de l'appareil créé pour la mise en œuvre d'un procédé de réglage des mécanismes mus par l'électricité, inventé par les ingénieurs américains Knight et Potter, titulaires d'un brevet français du 30 juillet 1892, dont la demanderesse s'est rendue cessionnaire par acte authentique du 7 décembre 1897;

Attendu que la Compagnie générale électrique, constructeur et fournisseur desdits appareils, et la Société anonyme des Tramways d'Épinal ont opposé à l'action de la Compagnie Thomson-Houston :

La nullité du brevet Knight et Potter, dont la prétendue invention ne serait que la mise en œuvre de moyens connus et ne constituerait pas une découverte brevetable;

La déchéance dudit brevet pour défaut d'exploitation dans les délais légaux;

L'absence de contrefaçon;

Enfin, et surtout, la chute du brevet par application de l'article 29 de la loi du 5 juillet 1844;

I. Attendu que des décisions judiciaires diverses qui ne sont pas, il est vrai, opposables aux Sociétés défenderesses, et, en particulier, *un rapport d'experts commis par le Tribunal de Lille*, dans un procès en contrefaçon du procédé de Knight et Potter, intenté par la Compagnie Thomson à la Société des Tramways électriques de Lille, *ont reconnu et déclaré ce procédé nouveau et brevetable;* que la Cour peut légitimement puiser dans les documents antérieurs versés au débat, et qui ont fait l'objet d'une discussion contradictoire à l'audience, des renseignements et des éléments de décision sur les points d'ordre technique soumis à son examen;

Attendu, en premier lieu, que la Cour d'appel du troisième circuit, saisie d'une instance en contrefaçon, et réformant un jugement du Tribunal de district-ouest de Pensylvanie (États-Unis), a, par un arrêt du 11 juin 1906, validé la patente de Knight et Potter et décidé *qu'aucune des patentes citées par le défendeur ne fait sérieusement antériorité à la patente en litige*, pas même la patente anglaise d'Andersen qui « ni en paroles, ni en substance, n'a décrit la méthode (c'est-à-dire le procédé) de Knight et Potter... »;

Attendu que les experts de Lille, dont la compétence et l'impartialité ne peuvent être mises en doute, estiment qu'il est facile de se faire une idée de la valeur du brevet de Knight et Potter en se reportant simplement à ce qui était antérieurement à 1892 afin de voir, par comparaison avec ce qui a suivi, s'ils ont créé « *un ordre de choses qui n'existait pas* », ce qui est la caractéristique d'une invention; qu'ils constatent qu'avant 1892 « *la régulation série parallèle* », c'est-à-dire le passage du groupement en parallèle des deux moteurs actionnant une voiture de tramway électrique, afin d'en accélérer la vitesse par l'envoi direct du courant dans les deux moteurs, substitué au passage successif du courant dans un premier moteur, puis de celui-là dans le second, et ce, par le changement des connexions dans le régulateur, donnait lieu à de grandes difficultés d'exécution dans la construction des appareils, par suite des étincelles violentes qui se produisent quand on passe du couplage des moteurs en série au couplage en parallèle, ou inversement, et qui provoquent aux points de contact, dans l'intérieur du régulateur, des arcs détériorant rapidement ces contacts et mettant l'appareil hors de service;

Que Knight et Potter, les premiers, par leur brevet du 30 juillet 1892, ont décrit les moyens de parer à ces inconvénients et de rendre pratique la régulation série parallèle, en disposant les connexions de manière à établir une dérivation autour d'un des moteurs avant de le retirer du circuit, et à intercaler en série avec le moteur, resté seul, une résistance suffisante pour que l'intensité du courant ne devienne pas excessive puis à retirer du circuit le premier moteur sans crainte de rupture du faible courant qui peut encore le traverser, enfin, pour éviter complètement tout danger d'arcs persistants, en soufflant les étincelles partout où elles se produisent entre les pièces de contact, au moyen de champs magnétiques appliqués à chacun des points de rupture;

Que les régulateurs série parallèle ainsi construits sont en usage, depuis 1892, *dans toutes les Compagnies électriques et n'ont subi depuis lors que des changements de détail, ce qui démontre la valeur industrielle du procédé;*

Attendu *que les experts*, analysant ce procédé, *y ont vu l'emploi d'un moyen nouveau*, à savoir l'établissement d'une dérivation autour d'un des moteurs pour le désa-



morcer, ou à peu près, avant de le retirer du circuit, en combinaison avec deux moyens déjà connus : l'insertion d'une résistance dans le circuit général en série avec le moteur, resté seul en fonction, afin de le protéger contre un excès de courant pendant le régime de passage et le soufflage magnétique des étincelles, l'extinction de tous les arcs de rupture, moyen connu mais appliqué d'une manière plus complète et nouvelle à certains égards; qu'il est admis aujourd'hui par l'appelante que le premier moyen lui-même, c'est-à-dire la mise en court-circuit de l'un des moteurs, n'était pas un moyen vraiment nouveau; mais qu'il importe peu; qu'il ne s'agit pas, en effet, de chaque élément pris en soi et individuellement, ni même d'éléments simplement juxtaposés, comme on l'a prétendu, mais combinés en vue d'un résultat unique, *et que c'est précisément cette combinaison qui, dans son ensemble, était brevetable comme réunion, non encore réalisée, d'éléments déjà connus,* auxquels Knight et Potter ont « fait subir une appropriation absolument nouvelle pour la solution d'un problème industriel déterminé », et qu'il est indifférent que tous les organes d'une machine, tous les éléments d'un procédé soient, même de temps immémorial, dans le domaine public, si la réunion en est nouvelle;

Attendu que les antériorités qu'on a fait valoir ne sont que partielles, ne portent que sur tel ou tel des moyens employés, jamais sur leur combinaison; qu'ainsi la patente anglaise Andersen, sur laquelle les Sociétés défenderesses se sont principalement appuyées en dernier lieu, et qui consiste essentiellement dans la mise en court-circuit de l'un des deux moteurs pour passer du groupement en série au groupement en parallèle, outre qu'elle n'a jamais été exploitée, a été écartée comme antériorité du procédé Knight et Potter par l'arrêt précité d'une Cour d'appel des États-Unis; qu'elle ne porte, en effet, que sur un seul des éléments de la combinaison que Knight et Potter ont fait breveter : le désamorçage d'un des moteurs, au moyen d'une dérivation, avant de le retirer du circuit, celui-là même que les experts de Lille avaient cru, à tort, être un élément nouveau, et non pas sur la réunion de cette mise en court-circuit avec l'insertion d'une résistance dans le circuit général pour protéger le moteur resté en fonction contre l'excès de courant et avec l'extinction des arcs, but général du brevet :

Attendu, en résumé, que, par cette combinaison nouvelle d'éléments connus, Knight et Potter ont obtenu un résultat industriel nouveau d'une très grande importance, vainement cherché jusque-là, consistant dans la réalisation d'un régulateur de vitesse pour voitures actionnées par deux moteurs électriques, suivant la méthode série parallèle, sans détérioration trop rapide des contacts desdits appareils, résultat essentiellement brevetable; que telle est la conclusion de l'expertise entérinée par jugement du Tribunal de Lille, confirmé sur ce point par arrêt de la Cour de Douai du 19 novembre 1907;

II. Attendu qu'on a soutenu, en deuxième lieu, que le brevet, en le supposant valable, serait tombé dans le domaine public pour défaut d'exploitation dans le délai de l'article 32, modifié par la loi du 31 mai 1856, la Compagnie Thomson étant, disent les intimées, restée plus de deux ans inactive, et s'étant bornée, ensuite à importer en France des appareils entièrement construits en Amérique et expédiés aux clients dans leurs caisses d'origine; mais que, sans rechercher si la vente d'appareils brevetés ne répond pas au vœu de la loi, c'est à la partie qui invoque la déchéance pour défaut d'exploitation qu'incombe la charge de prouver qu'il n'y a pas eu exploitation suffisante, et que cette preuve n'est pas rapportée par les défenderesses qui ne produisent que de simples allégations; que ce motif suffirait, à lui seul, pour faire écarter le moyen; mais que les experts de Lille se sont prononcés également sur ce point et qu'à leur avis, si l'on peut admettre que l'appareil décrit en 1892 est tombé dans le domaine public par défaut d'exploitation, le procédé qui fait l'objet principal du brevet est resté exploité; qu'il est, en effet, appliqué directement avec le soufflage comme moyen accessoire dans le contrôleur K2 dont la fabrication et la vente ont constitué une exploitation incontestablement valable de la combinaison Knight et Potter;

III. Sur la contrefaçon :

Attendu que les Sociétés intimées allèguent qu'il n'y aurait aucune identité entre les appareils saisis et ceux décrits au brevet Knight et Potter; mais qu'il ressort des procès-verbaux de description, dressés avec l'assistance d'un ingénieur-expert commis par l'ordonnance du président du Tribunal autorisant la saisie, que les régulateurs trouvés dans les ateliers de la Société des Tramways d'Épinal et argués de contrefaçon comprennent la même combinaison des mêmes éléments produisant le même résultat industriel que ceux qui font l'objet du brevet; que déjà, dans l'instance introduite à Lille, par la Compagnie Thomson, les experts avaient eu à trancher la même question et l'avaient tranchée dans le sens de la contrefaçon; *que l'expert Boistel, dans son procès-verbal descriptif du 22 juin 1906, constate l'identité absolue du système détenu par la Société des Tramways d'Épinal avec celui qui fait l'objet du brevet appartenant à la Compagnie Thomson; que la contrefaçon ne saurait donc être sérieusement contestée;*

IV. Attendu que, la validité du brevet étant admise et la contrefaçon certaine, il reste à rechercher si, comme l'a décidé le jugement dont est appel, ledit brevet était frappé de déchéance par application de l'article 29 de la loi du 5 juillet 1844;

Attendu que le titre III de cette loi, intitulé : *Des droits des étrangers*, comprend les articles, 27 : « Les étrangers pourront obtenir en France des brevets d'inventions », 28 : « Les formalités et conditions déterminées par la présente loi seront applicables aux brevets demandés ou délivrés en exécution de l'article précédent », et 29 : « *L'auteur d'une invention ou découverte déjà brevetée à l'étranger pourra obtenir un brevet en France; mais la durée de ce brevet ne pourra excéder celle des brevets antérieurement pris à l'étranger* »;

Qu'ainsi les étrangers peuvent obtenir des brevets en France aux mêmes conditions et dans les mêmes formes que les nationaux; mais que, si l'invention a été antérieurement brevetée à l'étranger, le brevet français aura une durée qui ne dépassera pas celle des brevets antérieurement pris à l'étranger;



Que tel est le cas de Knight et Potter qui, après avoir déposé aux États-Unis, le 21 mai 1892, leur demande d'une patente qui ne leur fut délivrée que le 3 août 1897, ont demandé, le 15 juillet 1892, des brevets en Belgique, en Suède, en Allemagne, en Autriche, et, le 30 juillet de la même année, en France; que le brevet français devait normalement prendre fin le 30 juillet 1907 à l'expiration des quinze années de sa durée; — qu'il était, par conséquent, encore en pleine vigueur au mois de juin 1906, lors de la saisie pratiquée à Epinal à la requête de la Compagnie Thomson; — qu'il n'en peut être autrement à moins qu'on n'admette, avec le jugement dont est appel, que l'article 29 doit être ainsi entendu : « La durée du brevet français ne pourra excéder celle de l'un quelconque des brevets antérieurement pris à l'étranger », et que, le cessionnaire du brevet suédois l'ayant laissé tomber le 15 octobre 1897 en ne payant pas la sixième annuité, on ne décide, suivant cette interprétation, que la durée du brevet français n'a pu excéder celle du brevet suédois; que, par conséquent, le procédé Knight et Potter, dont la Compagnie Thomson est propriétaire, serait tombé dans le domaine public dès 1897;

Mais attendu que cette solution ne peut être admise qu'à la condition d'ajouter au texte de l'article 29 qui porte « .... ne pourra excéder celle des brevets antérieurement pris à l'étranger », et qu'il faut sous-entendre, pour décider comme les premiers juges, « ...celle de l'un quelconque des brevets », ou bien « celle du plus court des brevets antérieurement pris à l'étranger »; que là est le vice initial de ce système édifié sur une adjonction arbitraire à un texte clair et précis, ne comportant pas d'interprétation, et qui, loin d'être contredit ou même affaibli par les travaux préparatoires, y trouverait plutôt une confirmation puisque le rapporteur de la loi à la Chambre des députés, Philippe Dupin, s'exprimait ainsi sur l'article 29 : « Il ne faut pas qu'en France... on enchaîne par le monopole, ce qui, partout ailleurs, serait libre de toute entrave »;

Attendu, d'ailleurs, que l'application pure et simple du texte est en concordance parfaite avec les principes généraux; que la disposition de l'article 29 ne peut avoir, en fait, comme dans l'esprit du législateur, qu'une portée restrictive, c'est-à-dire que la durée du brevet français, bien qu'étant de quinze années en principe, ne dépassera pas cependant celle des brevets étrangers antérieurs; qu'ils prennent fin soit par leur terme normal, soit par l'effet d'une des déchéances qui peuvent les affecter; que cette disposition restrictive, loin d'être élargie et aggravée, comme l'a fait le jugement en subordonnant la durée du brevet français à celle du brevet étranger qui s'éteint le premier, doit être appliquée strictement et dans les limites étroites du texte même;

Attendu, au surplus, que la loi du 5 juillet 1844 est une loi de protection non pas du travail national, mais de la propriété industrielle; qu'elle confère expressément, dans son article premier, à l'auteur d'une découverte ou invention nouvelle quelconque, dans tous les genres d'industrie, le droit exclusif de l'exploiter à son profit; que l'étranger est placé sur le même pied que le Français; qu'elle a pour but unique de stimuler l'esprit de recherche, et qu'elle a été un premier pas dans la voie des ententes internationales en matière de droit privé; que si l'on comprend facilement qu'en France on se refuse, comme s'exprimait Dupin, à enchaîner par le monopole ce qui serait libre partout ailleurs, on admettrait moins facilement qu'on laissât tomber une invention dans le domaine public par cela seul que l'un quelconque des brevets qui la garantissaient à l'étranger, pourvu qu'il fût antérieur en date au brevet français, serait arrivé à son terme ou frappé de déchéance; qu'enfin, ce serait bien mal défendre la propriété industrielle que de faire dépendre l'existence du brevet français et le droit exclusif aux profits de l'invention qu'il assure à l'inventeur, d'un oubli, d'une négligence frappant de déchéance un brevet étranger, voire même de l'abandon volontaire d'un brevet antérieurement pris dans un pays de faible importance industrielle et de nul rendement quant au produit breveté; que l'inventeur, ou son cessionnaire, se trouveraient ainsi dans l'obligation de soutenir à l'étranger des brevets devenus onéreux, uniquement pour empêcher la chute du brevet français; qu'une telle conséquence condamne la solution adoptée par le Tribunal, et qu'il faut appliquer l'article 29 à la lettre, en décidant que la durée du brevet français ne pouvait excéder la durée des brevets antérieurement pris à l'étranger, c'est-à-dire que le brevet de 15 ans ne pouvait prendre fin avant le terme fixé, qu'à la condition que l'invention de Knight et Potter cessât, avant le 30 juillet 1907, d'être garantie partout ailleurs;

Attendu qu'en fait, sans parler de la patente américaine validée par la Cour d'appel de circuit en 1906, qui, si elle a été demandée antérieurement au brevet français, n'a été accordée que plusieurs années après, le brevet belge du 15 juillet 1892, antérieur, par conséquent, au brevet français, est tout au moins encore en vigueur; que les intimées ont, il est vrai, fait plaider sa nullité par les motifs techniques déjà invoqués contre le brevet français et que le présent arrêt a écartés;

Attendu que ledit brevet, régulièrement demandé et obtenu pour une durée de vingt ans, n'arrivera pas à son terme normal avant 1912; que les annuités ont été régulièrement acquittées et qu'il ne peut être question de la nullité de ce brevet tant que cette nullité n'aura pas été judiciairement prononcée par une décision opposable à la Compagnie Thomson; qu'on ne peut dire, en conséquence, que le procédé Knight et Potter est libre de toute entrave partout ailleurs qu'en France, et *qu'un brevet, au moins, pris à l'étranger antérieurement au brevet français restant en vigueur, le brevet français n'a pas cessé d'exister avant son terme normal;*

Attendu que la Compagnie appelante a présenté un second moyen tiré de l'article 4 de la Convention internationale du 20 mars 1883, lequel accorde, à celui qui aura fait régulièrement le dépôt d'une demande de brevet dans un des États contractants, un droit de priorité pour effectuer le même dépôt dans les autres États et ce, pendant un délai qui, de six et sept mois, a été, plus tard, porté uniformément à une année, les faits accomplis dans l'intervalle des divers dépôts, mais dans les limites du délai, tels notamment qu'un autre dépôt, la publication de l'invention, ou son exploitation par un tiers, demeurant sans effet, en ce sens qu'ils ne sont pas consi-

dérés comme antérieurs au second dépôt; qu'ainsi et en vertu d'une fiction qui est la base de cette dispotion, toutes les demandes de brevets déposées dans les derniers pays de l'Union dans un délai de six mois, porté à sept mois pour les pays d'outre-mer, à partir de la date de la première demande, doivent être réputées faites à la date susdite; que tel est le commentaire que donnait de cette disposition, en 1890, à la conférence de Madrid, le Bureau international de la propriété industrielle;

Qu'il s'ensuit qu'au dire de l'appelante on ne devrait pas considérer comme brevets antérieurs les brevets pris à l'étranger pendant le « *délai de priorité* », c'est-à-dire au cours des sept mois qui ont suivi le dépôt aux États-Unis, le 21 mai 1892, de la demande de Knight et Potter; qu'en particulier, le brevet suédois, ne pouvant plus être considéré comme antérieur au brevet français, sa chute serait désormais sans influence sur l'existence dudit brevet français, l'article 4 de la convention de 1883 ayant ainsi indirectement abrogé l'article 29 de la loi de 1844;

Mais attendu qu'il n'y a pas lieu d'étendre l'effet de la fiction sur laquelle reposent l'article 4 et le droit de priorité qu'il institue au delà du but pour lequel elle a été imaginée, à savoir : rendre inefficace, à l'encontre du premier déposant, et avant le délai terminé, tout dépôt concurrent, toute divulgation, toute exploitation rivale; que c'est dans ces limites, et non au delà, qu'agit la fiction admise; qu'on ne prétend pas, par exemple, faire remonter rétroactivement au jour de la demande originaire le point de départ de la durée de chacun des brevets pris dans le délai; que ce serait aller trop loin que de la faire réagir sur l'article 29, c'est-à-dire sur la durée des brevets, ledit article n'ayant définitivement perdu tout effet qu'à partir du 14 décembre 1902, date de la promulgation en France de l'article 4 *bis* de la convention de Bruxelles qui a consacré, entre les nations contractantes, le principe de l'entière indépendance des brevets existant au moment de sa mise en vigueur;

Que l'article 29, appliqué dans la lettre et son esprit, suffit, à lui seul, à justifier la solution qui va être adoptée;

Par ces motifs :

La Cour,

Reçoit la Compagnie Thomson-Houston appelante du jugement du Tribunal civil de Nancy du 31 *mars* 1908;

Réforme ledit jugement;

Emendant, décharge l'appelante des condamnations prononcées contre elle;

Ce fait et statuant à nouveau;

Dit que le brevet Knight et Potter du 30 *juillet* 1892, *cédé à la Compagnie appelante par acte authentique du* 17 *décembre* 1897, *constituait un procédé nouveau de régulation série parallèle pour voiture de tramway munie de deux moteurs électriques;*

Dit qu'il n'était pas frappé de déchéance pour défaut d'exploitation;

Dit que les Compagnies intimées l'ont contrefait;

Dit que le brevet Knight et Potter n'est pas atteint de déchéance par application de l'article 29 *de la loi du* 5 *juillet* 1844, *sous prétexte que le brevet pris antérieurement en Suède, par les mêmes inventeurs, serait, lui-même, tombé en déchéance le* 3 *décembre* 1897 *pour défaut de paiement d'une annuité, ledit article* 29 *ne prononçant la caducité du brevet français que s'il n'existe plus à l'étranger de brevets pris antérieurement au brevet français;*

Dit que le brevet belge, régulièrement obtenu, et dont les annuités sont régulièrement payées, est toujours en vigueur, les Sociétés intimées ne rapportant pas la preuve de sa nullité;

Dit, en conséquence, la Compagnie générale électrique de Nancy et la Société anonyme des Tramways électriques d'Épinal contrefacteurs d'invention Knight et Potter, du 30 *juillet* 1892, *dont la Compagnie appelante est propriétaire;*

Condamne lesdites Compagnies conjointement et solidairement à des dommages-intérêts à fixer par état;

Nomme d'office M. Simon expert-comptable, dispensé du serment, lequel, en cas d'empêchement ou de refus, sera remplacé par ordonnance rendue sur requête, afin de rechercher, en s'entourant de tous renseignements et à l'aide de tous documents, notamment des livres de commerce et de la correspondance des intimées, les éléments du préjudice causé à la Compagnie appelante antérieurement à la chute du brevet Knight et Potter dans le domaine public, 30 *juillet* 1907;

Ordonne la confiscation et la remise à la Compagnie Thomson des objets contrefaits;

L'autorise à faire publier le présent arrêt dans cinq journaux de son choix, le tout à titre de dommages-intérêts, aux frais des intimées, sans que le coût total des insertions puisse dépasser deux mille francs;

Condamne les intimées conjointement et solidairement en tous les dépens de première instance et d'appel qui comprendront tous droits, doubles droits, amendes perçus ou à percevoir à l'occasion du procès, dont distraction, pour ce qui le concerne, à M. de Sobirats, avoué, sous l'affirmation de droit;

Donne acte à la Société anonyme des Tramways d'Épinal de ce qu'elle se réserve de se pourvoir contre la Compagnie générale électrique par voie d'action principale, en résiliation de la fourniture litigieuse, remplacement de l'appareil contrefait et paiement de dommages-intérêts équivalents au préjudice causé;

Ordonne la remise de l'amende;

Ainsi jugé par la Cour d'appel de Nancy, première chambre, et prononcé à l'audience publique du samedi 7 *janvier* 1911.

Siégeant : MM. Martz, président de chambre; Gegout, Grante, Camus, Maurice, Gillet, Marmoiton, conseillers; M. Simonet, avocat général.

Arrêt du Conseil d'État du 7 avril 1911.

FORCE MOTRICE PRISE EN LOCATION. — PATENTE. — DÉTERMINATION DE LA VALEUR LOCATIVE.

I. *La redevance payée pour fourniture de force électrique ne peut entrer en compte pour la fixation du droit proportionnel de patente, lorsque cette énergie électrique ne constitue point un moyen matériel de production.*

II. *Mais si l'énergie électrique ainsi achetée est produite par un groupe électrogène qui, bien que situé dans l'usine productrice d'électricité, est mis à la disposition exclusive du locataire d'électricité et sous sa surveillance, l'alternateur, la turbine, l'ensemble des ouvrages*



hydrauliques destinés au captage et à l'adduction de l'eau, font partie des moyens matériels de production de l'usine locataire, et leur valeur locative doit entrer en compte dans le calcul du droit proportionnel de patente de cette usine.

III. *Cette décision, rendue en section plénière, doit être rapprochée des décisions précédentes* (*notamment C. d'État*, 5 août 1908, *Montgolfier, Rec. des art. du C. d'État*, p. 877), *où il a été jugé que le droit proportionnel doit être calculé non sur le chiffre intégral de la redevance payée, mais sur la valeur locative de la partie de l'outillage employé dans l'usine génératrice à produire la force motrice donnée en location.*

Le Conseil d'État statuant au contentieux (section spéciale du contentieux, siégeant en séance publique);

Vu le renvoi ordonné par la 3e sous-section de la Section spéciale du contentieux, ainsi qu'il résulte de l'extrait du procès-verbal de la Séance du 10 février 1911;

Vu la requête et le mémoire ampliatif présentés pour les sieurs Coignet et Cie, fabricants de produits chimiques, demeurant à Lyon, représentés par les sieurs Villard et Rogé, ladite requête et ledit mémoire enregistrés au Secrétariat du contentieux du Conseil d'État, les 6 mars 1908 et 3 novembre 1909, et tendant à ce qu'il plaise au Conseil réformer un arrêté, en date du 29 janvier 1908, par lequel le Conseil de préfecture du département de la Savoie a rejeté leurs demandes en réduction du droit proportionnel de la contribution des patentes à laquelle ils ont été imposés, sur les rôles de la commune de Saint-Marcel, pour les années 1904 à 1907, en qualité d'exploitants d'une usine de produits chimiques (Tableau C);

Ce faisant, attendu que les requérants se livrent dans leur usine à la fabrication du phosphore, qui est obtenu par la distillation de phosphate minéral dans des fours électriques; que l'électricité nécessaire au fonctionnement de ces fours est fournie par la Société *La Volta;* que si, aux termes de l'article 12 de la loi du 15 juillet 1880, « le droit proportionnel pour les usines et les établissements industriels est calculé sur la valeur locative de ces établissements pris dans leur ensemble et munis de tous les moyens matériels de production », les moteurs doivent être évalués à l'état de repos, et, d'autre part, il ne doit pas être tenu compte du prix des combustibles qui servent au fonctionnement de l'usine; qu'ainsi, l'électricité servant à chauffer les fours et constituant un combustible n'était point imposable; que, par suite, c'est à tort que la redevance payée par les sieurs Coignet et Cie a été comprise dans le calcul de la valeur locative servant d'assiette au droit proportionnel;

Attendu, subsidiairement, que le prix payé à la Société *La Volta* représente indépendamment de la fourniture de l'électricité le bénéfice réalisé par elle; que, dès lors, c'est à tort que la redevance dont s'agit a été comprise pour sa quotité intégrale dans le calcul de la valeur locative de l'usine des requérants;

Leur accorder telle réduction que de droit; mettre à la charge de l'Administration les frais d'expertise; ordonner à leur profit le remboursement des frais de timbre et d'enregistrement par eux exposés;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu la réclamation présentée devant le Conseil de préfecture;

Vu les avis du maire et des agents des contributions directes;

Vu le rapport du directeur des contributions directes;

Vu les observations présentées par le Ministre des Finances, en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi, lesdites observations enregistrées comme ci-dessus, le 6 février 1909 et tendant au rejet de la requête;

Vu les autres pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi du 15 juillet 1880;

Vu la loi du 19 avril 1905 et les Tableaux y annexés;

Vu la loi du 29 mars 1897, article 42;

Ouï M. Vergniaud, auditeur, en son rapport;

Ouï M. Cordoin, avocat des sieurs Coignet et Cie, en ses observations;

Ouï M. Despaux, auditeur, commissaire adjoint du Gouvernement, en ses conclusions;

Considérant qu'aux termes du paragraphe 4 de l'article 12 de la loi susvisée du 15 juillet 1880, le droit proportionnel de patente, pour les usines et les établissements industriels est calculé sur la valeur locative de ces établissements pris dans leur ensemble et munis de tous leurs moyens matériels de production;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que la Société *La Volta* fournit aux sieurs Coignet et Cie une quantité d'énergie électrique équivalente à une force de 400 chevaux; que ladite énergie électrique ne constitue point un moyen matériel de production; que, dès lors, il ne saurait être tenu compte de la redevance payée par les sieurs Coignet et Cie à raison de cette fourniture dans le calcul de la valeur locative de leur usine;

Mais considérant que l'énergie électrique achetée par les sieurs Coignet et Cie est produite par un groupe électrogène qui, bien que situé dans l'usine de *La Volta*, est mis à leur disposition exclusive et dont ils ont la surveillance; que ce groupe se compose d'un alternateur et d'une turbine actionnée par une chute d'eau; que, dans ces conditions, ces divers appareils ainsi que l'ensemble des ouvrages hydrauliques destinés au captage et à l'adduction de l'eau font partie des moyens matériels de production de l'usine des requérants; que, dès lors, il doit être tenu compte de leur valeur locative dans le calcul du droit proportionnel de patente dont ils sont passibles; qu'il résulte de l'expertise que ladite valeur locative doit être fixée à 12800 fr, qui, ajoutée à celle non contestée des autres éléments imposables, porte à 14675 fr la valeur locative totale de l'usine des sieurs Coignet et Cie; qu'il résulte de tout ce qui précède que les requérants sont fondés à soutenir qu'ils ont été surtaxés et que, par suite, c'est à tort que le Conseil de préfecture a rejeté leur demande en réduction de la contribution des patentes à laquelle ils ont été imposés pour les années 1904 à 1907;

Sur les frais d'expertise :

Considérant que, dans les circonstances de la cause, il y a lieu de mettre les frais d'expertise pour deux tiers à la charge des requérants et pour un tiers à la charge de l'administration;

Décide :

ARTICLE PREMIER. — L'arrêté susvisé, en date du 29 janvier 1908 du Conseil de préfecture du département de la Savoie, est annulé;

ART. 2. — Les sieurs Coignet et Cie seront imposés au droit proportionnel de patente d'après une valeur locative de 14675 fr pour les années 1904 à 1907, sur les rôles de la commune de Saint-Marcel;

ART. 3. — Il est accordé aux requérants décharge de la différence existant entre les droits auxquels ils ont été primitivement imposés et ceux dont ils deviennent passibles en vertu de la présente décision;

ART. 4. — Les frais d'expertise seront supportés pour deux tiers par les requérants et pour un tiers par l'administration;

ART. 5. — Les frais de timbre et d'enregistrement exposés tant devant le Conseil de préfecture que devant le Conseil d'Etat et s'élevant à 11,55 fr seront remboursés aux requérants;

ART. 6. — Le surplus des conclusions de la requête susvisée est rejeté;

ART. 7. — Expédition de la présente décision sera transmise au Ministre des Finances.

(*Communiqué par Me Gaston Mayer, Avocat au Conseil d'État et à la Cour de cassation.*)

Extrait du procès-verbal du Comité consultatif du Syndicat professionnel des Usines d'électricité du 1er mai 1911.

Présents : MM. Frénoy, président; Cochegrus, Duvaux, de Clarens, Sirey.

Absents excusés : MM. Fontaine, secrétaire général; Chaussenot, secrétaire adjoint; Doucerain, Hussenot, Philippart.



Les espèces suivantes sont communiquées au Comité :

Conseil d'État. — 7 juillet 1910, Société française des forces hydrauliques du Rhône. Exploitant d'usine d'éclairage par l'électricité, loueur de force motrice, contribution foncière sur les propriétés bâties, patentes, frais d'expertise (*Moniteur de l'Industrie du Gaz et de l'Électricité*, 31 mars 1911).

Cour d'appel. — Rennes, 16 mars 1911. Compagnie La Foncière contre Leznec. Assurance contre les accidents, police, clauses, interprétation, perte de l'usage d'un membre, impotence fonctionnelle absolue (*Loi* 7 avril 1911).

Louage de services. — Tribunal de commerce de la Seine, 30 mars 1911. Alleaume contre Pottier frères. Louage de service, rupture, non lieu à demande de résiliation, preuve de la faute, droits du patron, modifications des attributions des employés (*Loi* 24 avril 1911).

Polices non approuvées. — Une Société électrique expose que l'article 16 de son contrat avec la Ville stipule que les conditions faites aux abonnés doivent faire l'objet d'un règlement approuvé par la Municipalité. La Société n'a jamais fait approuver de type de police par la Municipalité et la plupart de ses abonnés n'ont même signé aucune police; ils paient d'après un tarif affiché dans les bureaux de l'usine. La Société demande si la Municipalité peut réclamer et si un abonné peut refuser de payer sous prétexte que les conditions ne sont pas approuvées par la Ville.

Le Comité consultatif, après examen du traité de concession et de la police, donne l'avis suivant :

Du moment que le contrat impose des polices approuvées, la Ville peut exiger l'approbation de ces polices, et de leur côté, les abonnés peuvent refuser de payer les prix qui auraient été convenus verbalement, du moment qu'il n'y a pas d'engagement. Toutefois, en ce qui concerne les abonnés, leur résistance n'aboutira peut être pas à un résultat bien précis s'il est exact, comme le dit la Société électrique, qu'elle fait payer les prix qui sont en usage. A défaut de police, les prix de la fourniture ne peuvent se régler que d'après l'usage. La Société peut soutenir qu'ayant affiché ses tarifs dans ses bureaux, le jour où un particulier est venu lui demander le courant il est présumé avoir accepté les tarifs affichés dans les bureaux. Un abonné peut cependant exiger la signature d'une police et mettre la Société en demeure de régler les conditions de la fourniture au moyen de cette police.

Obligation de canaliser. — La même Société indique que l'article 17 de son traité de concession stipule que dans les limites du périmètre canalisé circonscrit par l'octroi, elle ne peut refuser l'éclairage d'aucun particulier et demande si un particulier qui est au bout de la ville peut l'obliger à canaliser plusieurs kilomètres pour une seule lampe.

Le Comité consultatif répond que la Société est obligée de canaliser, même pour une seule lampe dans les limites de l'octroi; mais en dehors du périmètre circonscrit par l'octroi il n'y a pas d'obligation de canaliser.

Refus d'accepter la substitution d'une société a des concessionnaires. — Une Société adhérente expose qu'elle a été constituée par deux ingénieurs électriciens concessionnaires de l'éclairage électrique dans une commune. Cette concession et le réseau de distribution ont été apportés à la Société par les fondateurs. La Commune refuse maintenant d'accepter la substitution de la Société aux deux concessionnaires. Le traité de concession étant muet sur une pareille cession, le Société demande quels moyens elle peut employer pour obtenir l'agrément de la Commune.

Le Comité consultatif répond comme suit :

Le traité de concession n'envisageant pas la cession de la concession, on se trouve en présence du principe de droit commun d'après lequel en matière de concession on ne peut céder librement sa concession; il faut obtenir l'assentiment du concédant et, par conséquent, tant que la Commune n'aura pas consenti à accepter la substitution de la nouvelle Société aux anciens concessionnaires, il n'y a pas de moyen de forcer la Commune à le faire. Le Conseil de préfecture ne peut pas imposer à la Commune de donner son agrément à cette cession.

Si le traité de concession contenait une clause prévoyant la cession de la concession et que la Commune refuse systématiquement de donner son assentiment à cette cession, il pourrait y avoir une question contentieuse; mais, dans l'espèce, il n'y a aucune clause dans le contrat.

Le Préfet et le Ministre ont le pouvoir de se substituer au Maire pour la délivrance de certaines permissions de voirie, mais ils n'ont aucun pouvoir pour obliger la Commune à donner son consentement à une substitution de Société à des concessionnaires précédemment agréés par elle.

Les consultants pourraient s'arranger avec la Société pour qu'elle exploite en leur nom avec un mandat d'exploitation, eux restant responsables, vis-à-vis de la Commune.

Le Comité fait, d'ailleurs, remarquer que le contrat de concession n'est pas seulement un marché de fourniture et comporte également un louage de services qui a un caractère personnel dans une certaine mesure. Il estime, du reste, que dans toute convention comportant une certaine durée et une continuité de rapports, il y a un élément de confiance personnelle qui fait qu'une partie ne peut de son propre gré, se retirer du contrat.

Permissions de voirie. — Une Compagnie électrique a demandé à établir une distribution d'énergie électrique au moyen de permissions de voirie, tant pour sa distribution principale que pour les distributions annexes aux Communes. Diverses Communes ont passé en 1909 avec cette Société des contrats, marchés de fourniture, conformes aux permissions de voirie, approuvés par la Préfecture. La Société a adressé aux services intéressés une série de demandes de permissions de voirie et cette façon de procéder n'a soulevé aucune difficulté. Malgré de nombreuses réclamations la Compagnie n'a pu obtenir aucune réponse à ses diverses demandes et désire savoir le moyen à employer pour obtenir satisfaction de l'Administration qui semble maintenant vouloir lui imposer le régime des concessions.

Le Comité consultatif répond que la question est très délicate. Il n'y a pas de moyen contentieux de faire cesser les difficultés auxquelles se heurte la Société et dont elle a intérêt à sortir, car elle se trouve dans une situation irrégulière ayant installé des lignes avec la tolérance du contrôle mais sans titre d'autorisation effectif. Le seul moyen serait de s'adresser au Ministre qui ne paraît, du reste, pas d'accord avec l'ingénieur des Ponts et Chaussées, et de lui exposer les raisons pour lesquelles la Société a fondé son industrie sur l'application du régime des permissions de voirie.

Redevances. — La même Société indique que l'Administration lui réclame le paiement des redevances pour occupation du domaine sur des lignes primaires et secondaires qui n'ont jamais été autorisées régulièrement et demande si elle doit les payer et si ce paiement pourra lui créer un titre de reconnaissance de son droit à vivre sous le régime des permissions de voirie.

Le Comité répond que la Société est obligée de payer les redevances puisqu'elle occupe effectivement le domaine public national. L'Administration des domaines ne s'occupe pas du titre en vertu duquel on occupe le domaine; elle prend simplement le fait de l'occupation et applique les redevances qui sont dues. La Société doit donc payer les redevances, mais ce paiement n'impliquera nullement une reconnaissance de la permission de voirie et la Société ne pourra en tirer aucun argument pour se prévaloir du droit au régime des permissions de voirie.

L'Administration des domaines est tout à fait distincte du Service du contrôle.

Le paiement des redevances pourrait seulement servir à la Société pour le cas où l'Administration lui dresserait contravention pour occupation du domaine sans autorisation; mais cela ne donnerait pas de durée à sa permission et ne lui créerait aucun droit à obtenir de nouvelles permissions.

Loi sur les retraites ouvrières. — Une Compagnie d'éclairage demande ce qu'un patron doit faire si un ouvrier refuse de payer sa contribution pour la loi sur les retraites ouvrières et si le patron peut retenir d'office la cotisation de l'ouvrier sur sa paie.

Le Comité consultatif répond que la loi n'a pas prévu le cas où

l'ouvrier refuserait de subir la retenue, c'est-à-dire de se soumettre à la loi. Le patron n'est pas chargé de la mission légale d'assurer l'exécution de la loi. On peut admettre qu'il a au cas de refus de l'ouvrier, la faculté de se libérer de sa propre obligation en versant sa contribution patronale à la justice de paix comme l'indique l'article 23 de la loi; mais aucune disposition de la loi ne lui confère le droit de retenir d'office la cotisation de l'ouvrier sur sa paie.

Dans l'intervalle des séances, les avis suivants ont été communiqués aux adhérents :

Difficultés avec les abonnés. — Un membre du Syndicat indique qu'il fournissait, à un industriel, le courant à forfait; au mois d'octobre dernier une nouvelle convention fut rédigée en vue d'une fourniture au compteur; cette convention adressée par la poste à l'industriel fut seulement acceptée verbalement par lui et le concessionnaire procéda aux travaux nécessaires. L'industriel refusant de payer les quittances, le consultant demande s'il peut l'obliger à se conformer aux dernières conventions du mois d'octobre.

L'avis suivant a été donné :

Le consultant a été évidemment imprudent en faisant les travaux et en commençant la fourniture du courant au compteur sans être en possession d'un contrat signé de M. Ch. Le contrat ne pourrait être prouvé, en dehors d'un acte écrit, que par témoins, présomptions, etc., s'il y avait un commencement de preuve par écrit. Par preuve par écrit, il faut entendre un écrit émanant de celui contre lequel la demande est formée, c'est-à-dire de M. Ch. (*Code civil*, art. 1347).

Cependant, si l'on admet que M. Ch. est commerçant et que la fourniture de courant lui est faite pour les besoins de son commerce, les règles de la preuve en matière civile ne seraient plus applicables. L'exploitant pourrait invoquer l'article 109 du Code de Commerce par application duquel les achats et ventes entre commerçants peuvent se constater par les livres de commerce, bordereaux, simples factures, correspondances, et enfin par la preuve testimoniale et les présomptions, dans les cas où les tribunaux croient devoir les admettre. Cet article 109 s'applique non seulement à la preuve des achats et ventes, mais aussi, et sauf exceptions, à la preuve des autres contrats commerciaux (Carpentier et du Saint, *Répertoire général du droit français*, 5e preuve, n° 223).

Il est certain que les présomptions les plus concordantes militent en faveur de l'exploitant; le fait que M. Ch. a laissé faire les travaux, établir le compteur et accepté la fourniture au compteur, établit nettement qu'il a accepté le nouveau mode de fourniture au compteur en remplacement de la fourniture à forfait.

Quant aux accords, dont l'existence semble être reconnue par M. Ch., par l'acceptation des reçus du consultant, il sera peut-être difficile d'en obtenir l'application, en l'absence d'un contrat écrit, étant donné surtout que la lettre par laquelle le projet a été adressé à M. Ch., n'a pas été recommandée. Néanmoins, les conditions de prix au tarif de 13 centimes le kilowatt et un minimum de consommation de 100 fr par mois pourraient sans doute être admis par le tribunal, surtout si les experts les considéraient comme raisonnables. Le minimum de consommation a en effet été considéré comme devant exister en principe par la jurisprudence de la Cour de cassation; cependant en l'absence d'un contrat écrit, le droit au minimum a été contesté par un arrêt de la Cour d'appel d'Aix (*voir* affaire Mottet, *Circulaire du Syndicat*, n° 91).

L'instance à engager dans ces conditions devrait être introduite devant le Tribunal de Commerce.

Une Compagnie électrique demande l'avis du Comité sur un exploit d'appel d'un jugement de Justice de paix dans une difficulté entre la Société et un de ses abonnés.

L'avis ci-dessous a été donné :

L'exploit d'appel qui nous est communiqué ne contenant aucun argument et constituant un simple acte de pure forme, tout avis au sujet des motifs sur lesquels pourrait s'appuyer cet appel, serait prématuré. Quant au jugement de Justice de paix, il est peu motivé; mais les qualités de ce jugement sont rédigées d'une façon assez complète, pour que nous puissions ajouter quelques renseignements à ceux que nous avions donnés dans notre avis du 14 janvier.

I. En ce qui concerne la question de la mise hors de service des lampes métalliques achetées par l'abonné en dehors de la Compagnie :

Le principal argument de l'abonné, était qu'il avait acheté des lampes de 110 à 120 volts, conformément aux indications de la Compagnie; cette allégation reposerait uniquement, en fait sur ce que l'abonné aurait obtenu l'indication du voltage, d'un simple ouvrier employé au piquetage de la ligne et nous avons dit que, même s'il était démontré, ce fait ne devrait pas être retenu à la charge de la Compagnie, parce qu'elle ne pouvait être rendue responsable que d'un renseignement fourni par son représentant accrédité par elle auprès des abonnés.

Nous pouvons ajouter, à cet égard, que ce serait au demandeur en indemnité à établir la preuve que l'ouvrier ou employé questionné au sujet du voltage avait reçu mandat de répondre à une telle question; or, la preuve du mandat civil (l'ouvrier n'étant pas commerçant et la mission de répondre à une question relative au voltage n'ayant rien de commercial) ne peut être faite par témoins ou à l'aide de présomptions, qu'autant qu'il s'agit entre les parties d'une somme n'excédant pas 150 fr. : *Cassation*, 29 juillet 1875 (S. 76.1, 401; D. 76,1,149).

Au surplus, le mandant, c'est-à-dire la Compagnie, ne saurait être tenu de ce qui a pu être fait au delà du mandat donné, qu'autant qu'elle aurait ratifié expressément ou tacitement l'acte du mandataire. *Voir* à cet égard les notes, dans le Code civil annoté de Sirey, sous l'article 1998.

II. En ce qui concerne la demande en rétablissement de courant :

Il est très heureux que la Société ait rendu le courant à l'abonné avant le jugement de paix, et que celui-ci l'ait reconnu, de telle façon que le Juge de paix a pu déclarer dans son jugement que le litige n'existait plus.

En effet, la demande en rétablissement de courant constituait ce qu'on appelle, en droit, *une demande indéterminée*. Or, si cette demande avait été soumise au Juge de paix, celui-ci aurait dû se déclarer incompétent d'office, quand bien même l'abonné avait joint une demande de dommages-intérêts rentrant dans sa compétence. Et cette incompétence à raison de la demande indéterminée étant d'ordre public, l'abonné aurait pu la proposer lui-même en appel, de façon à faire annuler de ce chef le jugement de paix. Mais l'abonné ayant reconnu que le courant lui avait été rendu, sa demande en rétablissement de courant tombait d'elle-même, et le Juge, n'ayant plus à se prononcer sur ce chef de demande, a pu rester compétent sur la demande en 350 fr de dommages-intérêts.

C'est du moins ce qui ressort d'un jugement du Tribunal civil de la Seine du 30 janvier 1911, jugeant sur appel de la justice de paix, en matière de demande tendant au rétablissement d'une conduite d'eau et à 100 fr de dommages-intérêts (*Gazette des Tribunaux*, du 5 mars 1911). Consultez dans le même sens, sur la question de principe : *Cassation*, 21 décembre 1891 (S. 93,1.297, avec note de MM. Tissier).

Nous ne pensons pas que l'abonné soulève, dans ces conditions, devant l'appel une exception d'incompétence : dans tous les cas les renseignements que nous donnons pourraient servir à y répondre.

Responsabilité de l'usine électrique en cas d'incendie chez un abonné. — Un membre du Syndicat est appelé en garantie par une Compagnie d'assurances à la suite d'un incendie chez un abonné. Les polices d'abonnement indiquent que l'installation sera acceptée par le concessionnaire, mais que cette acceptation ne pourra engager en aucun cas sa responsabilité. Elles précisent que l'abonné aura la libre disposition du courant passé par les appareils de mesure et qu'il en usera sous sa propre responsabilité et sans qu'aucun recours puisse être exercé contre le concessionnaire par qui que ce soit. L'inspecteur d'assurance soutient que la clause est nulle parce qu'elle est illégale.



L'avis ci-après a été donné :

En principe, nul ne peut s'exonérer de sa propre faute. La clause par laquelle un installateur se déchargerait de toute responsabilité à raison des accidents pouvant survenir par suite de vice de l'installation faite par lui, serait donc nulle. Mais, il ne s'ensuit pas que, sur la simple allégation d'un court-circuit comme cause de l'incendie, la Compagnie d'assurances puisse rendre le concessionnaire responsable. Nous supposons, bien entendu, à défaut d'indication contraire, que le court-circuit s'est produit dans l'installation intérieure de l'abonné et sans qu'il puisse être attribué à un accident de la distribution.

En cas de court-circuit dans l'installation intérieure, la responsabilité du concessionnaire, *dont la preuve incombe à la Compagnie d'assurances*, ne pourrait être établie que dans les cas suivants :

1° Si le concessionnaire, *ayant fait l'installation lui-même*, l'avait faite sans observer les règles de l'art et les précautions en usage pour la sécurité de l'immeuble. Une Société d'électricité, à Bordeaux, a été condamnée sur le recours de la Compagnie d'assurances pour une faute de ce genre.

2° Si le concessionnaire, n'ayant fait qu'accepter l'installation effectuée par un autre entrepreneur, *a négligé de s'assurer si* lesdites règles et précautions avaient bien été observées; toutefois il ne pourrait être rendu responsable d'un vice caché et, pourrait à son tour appeler l'installateur en garantie.

Pour être admise à établir la faute du concessionnaire dans les conditions ci-dessus, la Compagnie d'assurances devrait, bien entendu, avoir préalablement prouvé que l'incendie était bien dû à un court-circuit. Toutes ces preuves ne pourraient être vraisemblablement fournies que par expertise.

Si le court-circuit s'était produit par suite d'un défaut d'entretien de l'installation intérieure le concessionnaire ne saurait en être rendu responsable, l'article 7 de la police rapproché des articles 6 et 15, établissant qu'il n'a entendu se réserver le droit de vérification à tout moment pendant le cours de l'abonnement, que pour éviter les abus et les fraudes à son préjudice, l'entretien et la réparation devant rester exclusivement à la charge de l'abonné.

ACCIDENT DU TRAVAIL. — L'espèce suivante est communiquée au Comité :

COUR D'APPEL. — Chambéry, 27 juillet 1910, Charpentier contre dame Duret, épouse Mugnier. — Accident du travail, prédisposition, cause occasionnelle, infirmité (Loi, 31 mars 1911).

SOCIÉTÉS, BILANS.

Société des Forces électriques de la Goule à Saint-Imier. — Du Rapport présenté par le Conseil d'Administration à l'Assemblée générale ordinaire du 28 avril 1911, nous extrayons ce qui suit :

ÉTAT DES ABONNEMENTS POUR FORCE ET LUMIÈRE AU 31 DÉCEMBRE 1910.

Lumière.

État des abonnements.	Nombre de lampes.	Nombre de bougies.	Devant produire une recette de
			fr
31 décembre 1910...	18554	180453	174146 »
31 décembre 1909...	17651	174115	168299,80
Différence......	903	6338	5846,20

Force.

État des abonnements.	Force abonnée.	Devant produire une recette de
		fr
31 décembre 1910.....	1540 HP	215487,95
31 décembre 1909.....	1542 HP	218062,45

Appareils divers.

État des abonnements.	Nombre d'appareils.	Devant produire une recette de
		fr
31 décembre 1910......	298	3778,05
31 décembre 1909......	279	3711,05
Augmentation......	19	67

Le compte de Profits et Pertes se présente de la façon suivante : Bénéfice net de l'exercice 1910, 117522,89 fr; duquel il faut déduire conformément à l'article 25 des statuts, 10 pour 100 pour le fonds de réserve, arrondi à 11753 fr, soit un reste de 105769,89 fr, plus le solde de 1909, 201,81 fr; il reste à votre disposition 105971,70 fr.

Nous vous proposons de répartir un dividende de 5 pour 100 au capital actions 100000 fr et porter à compte nouveau 5971,70 fr.

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1910.

Actif.

		fr
Concession		277000 »
Immeubles (assurance 451590 fr)		597798,35
Travaux d'art		515630,10
Travaux mécaniques		223531,30
Travaux électriques		1875692,30
Mobilier		11701 »
Bureau technique		6000 »
Atelier		10900 »
Usine de la Goule		24142,80
Station de réserve, Turbo-générateur (assur. 239100)		569876,70
Station de réserve, moteur Diesel		216938,10
Compteurs		17016,25
Electromoteurs		5479,75
Moteurs en location		7426,05
Marchandises et combustible		74112,40
Débiteurs divers		867547,90
Effets à recevoir		4255,90
Titres		1268857 »
Commission d'emprunts		22190 »
Caisse		36503,85
		6632599,75

Passif.

Capital actions		2000000 »
Capital obligations	1570000	
Obligations remboursées	530000	
	1040000	
Créanciers		1246195,45
Provision des annuités		88750 »
Fonds d'amortissement		530000 »
Fonds de renouvellement		258000 »
Fonds de réserve statutaire		132073 »
Compte d'ordre à la disposition des actionnaires		50000 »
Fonds de retraite		18550 »
Compte d'attente		1436,60
Coupons non encaissés		1525 »
Banque cantonale de Berne, emprunt provisoire		1148345 »
Profits et Pertes		117724,70
		6632599,75

COMPTE DE PROFITS ET PERTES AU 31 DÉCEMBRE 1910.

Doit.

Provision des annuités	101155 »
Frais généraux	66158 »
Frais d'exploitation	61430,90
Frais d'exploitation des usines de réserve	18927 »
Frais de réfection	13555,65
Commission d'emprunts	1235 »

Commission de banque et change	777,65
Intérêts débiteurs	70509,95
Dépréciation sur mobilier	2039,60
Dépréciation bureau technique	1158,35
Dépréciation sur atelier et outillage	1847,30
Dépréciation sur marchandises	13923 »
Dépréciation sur débiteurs	3400,30
Dépréciation sur installations	25000 »
Fonds de retraite	2000 »
Solde	117724,70
	500842,40

Avoir.

Solde au 31 décembre 1909	201,81
Exploitation force et lumière	402189,15
Bénéfice sur installations lumière, installations de moteurs, moteurs en location et vente de moteurs et appareils électriques	11611 »
Bénéfice sur vente de marchandises	1459,55
Bénéfice sur le travail d'atelier	2942,10
Loyer des immeubles	8064,60
Escompte et change	555,50
Intérêts créditeurs	69462,25
Divers	4356,44
	500842,40

Société nîmoise d'Éclairage et de Force motrice par l'électricité. — Du Rapport présenté par le Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 6 avril 1911, nous extrayons ce qui suit :

Les résultats de l'exploitation, comparés à ceux de l'exercice précédent, peuvent en effet se résumer ainsi :

RECETTES.	Exercice 1909. fr	Exercice 1910. fr
Vente de courant et recettes diverses	434896,21	489176,29
DÉPENSES.		
Frais généraux	61287,74	63611,82
Frais d'exploitation	205269,77	211268,80
Total	266557,51	274880,62

Les recettes ont augmenté pendant le dernier exercice de 54280,08 fr, tandis que les dépenses n'ont augmenté que de 8323,11 fr, de sorte que le bénéfice d'exploitation a augmenté de 45956,97 fr, et est ainsi passé de 168338,70 fr à 214295,67 fr.

Le nombre des abonnés est passé de 2870 à 3281, en augmentation de 411.

Le nombre des lampes à arc est passé de 284 à 300, en augmentation de 16.

Les moteurs en service ont augmenté de 102, représentant une puissance de 141 HP. Leur nombre total, qui s'élevait à 469, donnant une puissance en chevaux de 960, est actuellement de 571, donnant une puissance en chevaux de 1101.

La longueur totale des lignes primaires s'élève à 19 km et celle des lignes secondaires à 112 km.

Les bénéfices d'exploitation s'élèvent à 214295,67 fr. Il y a lieu d'en déduire les coupons obligations et intérêts divers, 78445,54 fr. Amortissement de la prime de remboursement correspondant aux obligations amorties, 165 fr; amortissement du mobilier, 263,85 fr; amortissement de l'installation du Grand Théâtre, 3060,45 fr; amortissement des frais d'émission d'obligations, 12010,10 fr; total à déduire, 93945,54 fr; le bénéfice net s'élève par suite à 120350,13 fr.

Malgré la charge supplémentaire que nous avons imputée au compte de Profits et Pertes, il est en augmentation de 24276,83 fr.

Les bénéfices de l'exercice en cours, y compris les amortissements par remboursements des obligations et indépendamment des bénéfices reportés à l'exercice 1909 se partageront ainsi :

Bénéfices distribués, 66433,25 fr; bénéfices portés aux amortissements, réserves et report, 69416,88 fr.

Depuis la fondation de la Société, le montant des bénéfices réalisés, qui s'élève à 706053,61 fr, a été réparti de la façon suivante :

Bénéfices distribués, 335400,20 fr; bénéfices portés aux amortissements, réserves et report, 370653,41 fr.

BILAN D'ENTRÉE AU 1er JANVIER 1911.

Actif.

	fr
Frais de premier établissement	1 »
Mobilier	1 »
Frais d'émission des obligations	15768,30
Prime d'amortissement des obligations	26685 »
Usines et sous-stations	1530730,05
Réseaux	1026243,05
Compteurs	188110,10
Clients	21365,95
Marchandises en magasin	36791,35
Abonné et débiteurs divers	91430,95
Effets à recevoir	13574,10
Caisses et Banques	65573,51
Cautionnements	250 »
Impôts de finances	4117,50
	3020641,86

Passif.

Actions	1000000 »
Obligations	949500 »
Réserve légale	32748,28
Réserve générale pour amortissements	220000 »
Créanciers et Fournisseurs	734029,90
Coupons d'obligations et obligations à rembourser	21508,75
Coupons d'actions n° 7	60000 »
Profits et Pertes reportés	2854,93
	3020641,86

INFORMATIONS DIVERSES.

Téléphonie : Sourdine pour installations téléphoniques. — La pose des fils téléphoniques sur le toit des maisons est toujours considérée par les habitants de celles-ci comme très désagréable à cause des bruits transmis par les supports. Différents dispositifs sont utilisés pour éviter ou tout au moins atténuer cette transmission. D'après l'*Electrotechnische Zeitschrift*, M. P. Schomer, de Beuil (Allemagne), vient d'imaginer une nouvelle sourdine pour fils aériens d'une construction très simple et peu coûteuse et qui donne toute satisfaction.

Cette sourdine consiste en un morceau cylindrique de béton présentant, dans le sens de la longueur, une rainure pratiquée jusqu'au milieu de la pièce et destinée à recevoir le fil électrique. Une fois ce dernier disposé dans la rainure, on le recouvre de béton coulé de manière à obtenir un corps homogène qui enveloppe solidement le conducteur et empêche tout mouvement dudit conducteur en cet endroit. Par suite, les oscillations du fil ne peuvent atteindre le poteau que si elles sont plus fortes que l'inertie de la masse homogène ainsi créée. Comme l'énergie des oscillations dépend du diamètre du fil, on doit donner à la sourdine un poids corres-

pondant à ce diamètre. M. Schomer construit ses sourdines, destinées particulièrement aux fils téléphoniques aériens disposés au-dessus des toits des maisons, sous deux modèles : l'un de 250 g pour les fils de 1,5 mm et l'autre d'environ 350 g pour les fils plus forts. Chaque sourdine se vend 0,15 fr ou 0,187 fr. Des essais du dispositif de M. Schomer, faits par l'Administration allemande, auraient donné les meilleurs résultats.

Divers : La fréquence des oscillations de la foudre. — Pour faire un choix judicieux entre les divers dispositifs qui sont préconisés pour protéger les lignes de transmission contre les surtensions dues aux coups de foudre éclatant dans le voisinage, il serait indispensable de connaître, au moins d'une façon approximative, la fréquence des oscillations qu'ils produisent. D'après *La Lumière électrique* du 13 mai, M. F. Emde a cherché à déterminer par le calcul quel est, dans le cas ordinaire, l'ordre de grandeur de cette fréquence. Pour ce calcul (entièrement développé dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 7 juillet 1910), M. Emde se place dans l'hypothèse où la portion inférieure du nuage aurait la forme d'un cercle parallèle à la surface du sol et où la gaine gazeuse conduisant la décharge est un cylindre normal à ce cercle et aboutissant à son centre. Dans ces hypothèses les lignes de forces magnétiques sont des circonférences entourant la colonne gazeuse et, en admettant que la densité du courant électrique est constante dans toutes les sections transversales de la colonne, les lignes de forces électriques sont des droites parallèles à l'axe du cylindre. En faisant le calcul, M. Emde a trouvé que la fréquence de la décharge, doit être généralement comprise entre 2000 et 8000 p : s, soit en moyenne 5000 p : s (*La Revue électrique*, 30 déc. 1910, p. 448, et 27 janv. 1911, p. 79).

CORRESPONDANCE.

A propos d'un récent dispositif photométrique.

M. Lauriol, ingénieur en chef des services généraux d'éclairage de la ville de Paris, nous écrit :

La Revue Électrique du 12 mai, en décrivant un nouveau dispositif photométrique, porte comme titre de la figure 9 : *dispositif photométrique Lauriol.* Or, le dispositif en question est dû non à moi, mais à M. Girard.

Votre bien cordialement dévoué

Lauriol.

L'électricité dans les exploitations agricoles.

Malgré les nombreux avantages de l'électricité pour la force motrice aussi bien que pour l'éclairage, son emploi est encore très loin d'être aussi répandu en agriculture qu'il le pourrait, aujourd'hui surtout que les secteurs d'électricité peuvent établir des lignes de distribution à grande distance.

Cette situation provient, en grande partie, du manque de renseignements suffisants, qui fait que, d'une part, les agriculteurs hésitent à faire les frais d'installations électriques ne pouvant en évaluer exactement les avantages, tandis que, d'autre part, les entreprises d'électricité reculent devant la dépense de lignes destinées à desservir des régions uniquement agricoles, parce qu'elles ignorent la consommation, et, par suite, les recettes à prévoir.

C'est pour remédier à cette fâcheuse situation que M. Paul Lecler, chargé de présenter au Congrès international d'électricité de Turin un rapport sur la distribution de l'électricité en agriculture, a entrepris de rassembler des renseignements exacts sur cette question. Il nous communique à ce sujet un questionnaire que nous publions ci-dessous, en priant nos lecteurs de bien vouloir adresser leurs réponses directement à M. Leclerc, villa du Saule, à Châtellerault (Vienne), dans le plus bref délai possible.

Région desservie : Caractère, culture, répartition des agglomérations, population, etc.

Réseau : Dispositions générales, nature du courant, tarifs, brochures, modèles de polices, rapports annuels, etc.

Relevés de consommation (mensuels, de semaine ou journaliers) pour des périodes aussi étendues que possible de :

1° Chaque centre agricole (compris industries locales, charron, maréchal, etc.

Indiquer nombre et nature des lampes, moteurs et appareils qu'ils commandent.

2° Agriculteurs et jardiniers ou industriels agricoles (laiteries etc.). Indiquer : le nom, lieu-dit, exploitation (étendue, nature de cultures, nombre et nature des animaux), nombre, nature, répartition par locaux des lampes, moteurs, appareils commandés.

3° Essais d'appareils faits (si possible, graphiques d'enregistreurs). Chez qui ? Description des appareils.

4° A votre connaissance, a-t-on fait des essais d'électroculture proprement dite (influence directe sur les plantes).

Indications diverses : Notamment : opinion générale, à-coups des démarrages, idées de la clientèle, ses desiderata, etc.

A défaut d'autorisation expresse, aucune indication sur l'origine des prix de vente, ou sur les noms des clients ne sera publiée.

Tome XV. **N° 180. — 23 juin 1911.**

LA REVUE ÉLECTRIQUE

CHRONIQUE.

Les causes de **l'échauffement des machines dynamo-électriques** ont été envisagées par M. E. Boulardet dans un article publié dans le précédent numéro. Celui-ci contient (p. 552 à 559) la suite de cette étude; l'auteur y examine comment la chaleur produite dans l'induit se dissipe.

Récemment était publiée dans ces colonnes une analyse d'une étude de M. Clayton sur l'utilisation des richesses hydrauliques de la Suède. On trouvera pages 559 à 561 le résumé d'une communication de M. A. Scott-Hansen à la Société Faraday sur les **progrès des installations hydro-électriques en Norvège**. Comme le fait justement remarquer l'auteur, cette utilisation des forces motrices hydrauliques scandinaves est de nature à déplacer et à reporter vers le Nord le centre de l'industrie européenne.

Signalons seulement la **statistique des usines d'électricité suisses pour 1909**, entreprise par l'Union des Électriciens suisses et dont les résultats sont résumés page 561, et notons qu'en raison du prix toujours croissant de la houille, des **essais de chauffage des chaudières au lignite** ont été effectués avec succès, comme on le verra pages 561-562, aux États-Unis, par le Bureau of Mines de Washington.

On sait que le Ministère de l'Agriculture a entrepris un recensement des richesses hydrauliques de la France. Ce recensement porte principalement sur les régions des Alpes et des Pyrénées. M. H. Bresson, qui depuis une dizaine d'années s'est consacré au recensement des chutes d'eau plus modestes des pays de plaines, a trouvé auprès de ce Ministère un appui précieux qui lui a permis de vérifier les chiffres qui sont donnés dans les tableaux, publiés pages 563 à 569, relatifs aux **distributions publiques hydro-électriques du bassin de la Loire**.

Plus loin est donnée une analyse d'une note présentée à l'Académie des Sciences par M. Blondel qui montre comment il est possible d'augmenter la portée des signaux sonores par la **syntonie acoustique et électrique**.

Le **traitement électrolytique des minerais de cuivre** a tenté bien des chercheurs. Le procédé de M. Willisin Greenawalt est décrit page 571.

La mesure de la **résistance des prises de terre** est une opération très délicate en raison des nombreuses causes d'erreurs qu'elle comporte. M. Berland a imaginé un appareil construit par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, qui rend cette mesure plus commode.

J. B.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : 7, rue de Madrid, Paris (8e). — Téléph. { 549.49. 549.62.

Syndicats adhérents à l'Union : Syndicat des forces hydrauliques, de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent; Syndicat professionnel des industries électriques; Syndicat professionnel des industries électriques du Nord de la France; Syndicat professionnel de l'industrie du gaz (Usines électriques du); Syndicat professionnel des usines d'électricité; Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité; Chambre syndicale des entrepreneurs et constructeurs électriciens.

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ.

DOUZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Extrait du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union des Syndicats de l'Électricité du 3 mai 1911.

Présents : MM. Guillain, président; Cordier, Eschwège, Zetter, vice-présidents; Chaussenot, Vautier, secrétaires adjoints; Berthelot, Burgunder, Brylinski, Sartiaux, Sciama, Sée, Veaudeau.

Absents excusés : MM. Piaton, vice-président; Fontaine, secrétaire; Beauvois-Devaux, trésorier; Godinet, Legouez, F. Meyer.

M. Guillain occupe le fauteuil de la présidence.

En ouvrant la séance, M. le Président souhaite la bienvenue à M. Veaudeau, président de la Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité, et à M. Burgunder, président de la Chambre syndicale des Constructeurs et Entrepreneurs électriciens, qui assistent pour la première fois à la séance comme délégués de ces groupements adhérents à l'Union depuis la dernière réunion.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

CORRESPONDANCE. — Le Comité prend connaissance de la constitution des Bureaux du Syndicat professionnel des Industries électriques, du Syndicat professionnel des Industries électriques du Nord de la France et du Syndicat professionnel des Usines d'électricité. Le Syndicat professionnel des Industries électriques du Nord de la France continuera à être représenté par M. Cotté.

La Chambre syndicale de l'éclairage et du chauffage par le gaz et l'électricité a désigné M. Sack pour remplacer M. Veaudeau en cas d'empêchement.

DOCUMENTS OFFICIELS. — Les documents suivants ont été portés à la connaissance du Comité :

Circulaire et arrêté du 21 mars 1911 déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique (*Journal officiel* du 11 avril 1911).

Arrêtés des 22 et 30 mars 1911 concernant les justifications à fournir par les assurés obligatoires ou facultatifs de la loi du 5 avril 1910 (*Journal officiel* du 4 avril 1911). — Décret du 5 avril 1911 déclarant d'utilité publique l'établissement sur le Tech d'une usine hydro-électrique (*Journal officiel* du 9 avril 1911). — Loi du 7 avril 1911 portant prorogation de six mois du délai accordé, à peine de forclusion, par l'article 128 de la loi de finances du 8 avril 1910, pour l'introduction des actions en reconnaissance des droits acquis sur les cours d'eau figurant au Tableau annexé à l'ordonnance du 10 juillet 1835 et modifié par les décrets postérieurs de classement et de déclassement (*Journal officiel* du 8 avril 1911). — Décret du 7 avril 1911 nommant M. Frouin, directeur de l'exploitation télégraphique au Ministère des Travaux publics, en remplacement de M. Bordelongue (*Journal officiel* du 8 avril 1911).

INSTRUCTIONS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES A L'INTÉRIEUR DES MAISONS. — M. le Président du Syndicat professionnel des Industries électriques signale que la Sous-Commission chargée de la rédaction du projet se réunira sous quelques jours et que le projet sera aussitôt envoyé à l'Union pour être transmis aux membres de la Commission intersyndicale.

RETRAITES OUVRIÈRES. — M. le Président donne lecture de la lettre circulaire n° 2, en date du 15 avril 1911, de la Section patronale des retraites ouvrières, formée par les représentants de toutes les Grandes Unions des Chambres syndicales. Cette lettre confirme et complète les renseignements donnés par la circulaire n° 1 notamment pour les points suivants : 1° en ce qui concerne les caisses d'assurances pour lesquelles il y a lieu de conseiller aux intéressés de réserver leur choix; 2° pour les pièces à fournir par les salariés ayant plus de 35 ans et notamment un certificat dûment légalisé de leur employeur pour le temps qu'ils ont passé chez lui; 3° pour signaler aux assurés ayant des charges de famille l'intérêt qu'ils peuvent avoir à demander que les versements soient faits à capital réservé, ce qui nécessite une demande expresse de leur part.

M. le Président expose qu'il est saisi de plusieurs demandes d'interprétation de la loi; il recueille les observations de plusieurs des membres présents. Il en fera part à la Section patronale des retraites ouvrières dans la séance qui sera tenue prochainement sous sa présidence pour arrêter les instructions complémentaires à adresser à toutes les Chambres syndicales en vue d'établir l'uni-

formité de l'attitude des patrons dans l'application de la loi.

M. le Président indique que l'Union des Industries métallurgiques étudie l'organisation d'une caisse syndicale des retraites en conformité des dispositions de la nouvelle loi. Si ce projet aboutit, il en résultera pour les intéressés des avantages qui faciliteront l'application de la loi.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES.

Siège social : rue d'Édimbourg, 9.

Téléphone : 507-59.

DOUZIÈME BULLETIN BIMENSUEL DE 1911.

Liste générale des Membres et Établissements adhérents du Syndicat.

Le Secrétariat préparant actuellement la liste générale des Membres et Établissements adhérents, en vue d'une très prochaine publication, prie MM. les Membres à titre personnel ou représentant des Établissements industriels adhérents, de bien vouloir lui signaler, *avant le 15 juillet prochain*, les modifications qu'ils désireraient voir apporter à leur inscription telle qu'elle figure à l'*Annuaire* de 1910 (changement d'adresse, distinctions honorifiques, modification de fonctions professionnelles, etc.).

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 13 juin 1911.

Présidence de M. R. Legouëz.

La séance est ouverte à 2 h 15 m.

Sont présents : MM. André, Bancelin, J.-M. Berne, Alexis Cance, Chaussenot, Eschwège, Gaudet, Grosselin, Guittard, Iung, Larnaude, de La Ville Le Roulx, Leclanché, Legouëz, G. Meyer, M. Meyer, Minvielle, Pornon, Portevin, Roche-Grandjean, E. Sartiaux, Ch. Tournaire, Zetter.

Se sont excusés : MM. Brunswick, Guinier, Javaux, Routin, Tourtay.

— Le procès-verbal de la séance du 2 mai 1911, publié dans *La Revue électrique* du 26 mai 1911, est adopté.

REMERCIEMENTS. — La Chambre prend connaissance des lettres de remerciements pour leur admission :

De la Société des Brevets et Procédés Claret et Vuilleumier;

De l'Association amicale des Ingénieurs de Nancy, qui envoie son *Annuaire* et donne le nom de son Président, M. Verain;

De M. S. Laporte, qui demande, en outre, des renseignements pour transformer son admission en admission du Syndicat des Electriciens de Bordeaux, dont il est Président;

D'une lettre du Syndicat des Chauffeurs, Conducteurs, Automobilistes, Électriciens, remerciant pour médailles accordées comme récompenses aux élèves de ses cours d'électricité;

De lettres de diverses administrations, syndicats, chambres de commerce françaises à l'étranger, accusant réception de la composition du Bureau.

ADMISSIONS. — Sont admis dans le Syndicat professionnel des Industries électriques à titre d'adhérents en nom personnel, inscrits dans la septième section professionnelle :

Sur la présentation de MM. Lehmann et Weis, M. Clarville (Auguste), représentant de *L'Electro-Matériel*, 40, rue de la Teste, à Bordeaux (Gironde);

Sur la présentation de MM. Legouëz et Chaussenot, M. Vuillemin (Jacques), directeur du Secteur électrique de Saint-Dizier (Haute-Marne).

DÉMISSIONS. — La Chambre accepte, pour prendre date au 31 décembre prochain, les démissions de MM. E. Domon, Thomas, et celle de M. Guinier sous réserve.

MODIFICATIONS DANS LES SECTIONS PROFESSIONNELLES. — La Chambre approuve les modifications dans les sections professionnelles ci-après :

La Société anonyme Westinghouse désigne comme délégués : à la première section, M. Pouilliot, et à la deuxième section, M. Uhry.

M. Le Las représentera la Société des Téléphones Le Las à la quatrième section.

DISTINCTIONS HONORIFIQUES. — M. le Président signale que MM. Leclanché et Vuillemin ont été de nouveau désignés comme conseillers du Commerce extérieur; il leur adresse à cette occasion les félicitations de la Chambre.

QUESTIONS FINANCIÈRES. — M. le Président communique à la Chambre une lettre de M. E. Sartiaux relative à la réclamation du règlement de compte Dunod et Pinat pour frais d'Annuaire.

Après échange d'explications, la Chambre charge le Bureau de s'entendre avec le Bureau de l'Association amicale, qui y est également intéressée, en vue de régler cette affaire.

— Lettre de la Fédération des Mécaniciens-Chauffeurs-Electriciens (Daniel Augé) qui sollicite le renouvellement de la subvention accordée aux cours d'électricité.

Lettre de l'Ecole Bréguet sollicitant, comme précédemment, des médailles pour récompenser les élèves.

Lettre de l'Association philotechnique sollicitant des récompenses pour ses cours d'électricité.

La Chambre, considérant que toutes les ressources financières dont elle peut disposer pour l'enseignement professionnel sont utilisées pour les cours d'apprentis qu'elle a elle-même organisés, ne peut accorder de subvention.

Mais, désireuse de prouver l'intérêt qu'elle porte aux œuvres d'enseignement, elle décide d'accorder des médailles et diplômes du Syndicat, dont elle fixe le nombre, pour être remis comme récompenses aux élèves des différentes écoles et cours.

COURS D'APPRENTIS. — M. le Président signale que, par suite de travaux que la Ville va faire exécuter à l'Ecole de la rue Lacordaire, l'École est licenciée à partir du 15 juin, et les cours d'apprentis organisés par le Syndicat



se trouvent de ce fait suspendus jusqu'à la rentrée d'octobre.

Bien qu'ils n'aient duré que 4 mois et demi, le Comité de direction a constaté que les résultats étaient des plus intéressants et il n'est pas douteux que, par la suite, cette œuvre prenne une extension importante.

Le Comité a décidé d'assister à la réunion qui aura lieu mercredi 14, à 5 h 30 m, et de distribuer aux élèves des ouvrages et objets utiles; il invite les membres de la Chambre à assister à cette réunion, où ils pourront recueillir des renseignements intéressants sur les résultats obtenus.

Retraites ouvrières. — M. le Président signale la nouvelle circulaire du Comité patronal, récemment envoyée à tous les membres du Syndicat, et recommande de s'y conformer.

Il indique que des renseignements complémentaires ont été demandés pour guider les industriels sur ce qu'ils doivent faire; une nouvelle note est en préparation qui sera distribuée dès que possible.

Répondant à diverses questions qui lui sont posées, M. le Président indique que les difficultés qui se présenteront ne pourront être examinées que les unes après les autres, car ce sont souvent des cas *d'espèce* donnant lieu à des solutions diverses.

Monopolisation de la fourniture des appareils téléphoniques par l'État. — M. le Président rappelle que la Chambre avait précédemment renvoyé à la quatrième section la question de monopolisation de la fourniture des appareils téléphoniques par l'Etat, en vue d'examiner ce qu'il y aurait à faire pour défendre les industriels membres du Syndicat, auxquels cette mesure porterait le plus grave préjudice.

Une protestation a été adressée au Sénat, d'accord avec l'Union et les autres Syndicats, et des démarches se continuent en vue d'assurer le concours de personnalités influentes pour obtenir satisfaction.

Correspondance. — La Chambre syndicale prend connaissance de la correspondance suivante :

— Invitation à la distribution des prix de l'Association polytechnique, le 18 juin.

— Lettre du Syndicat professionnel des Usines d'électricité donnant la composition de son Bureau pour 1911.

— Lettre de la Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens relative à une candidature au Conseil des Prud'hommes.

— Lettre du Comité de l'Union des Secteurs qui répond aux diverses questions posées et propose d'examiner contradictoirement les diverses questions pouvant intéresser les contractants et les électriciens, en vue d'arriver à des solutions pratiques satisfaisantes.

— Lettre de la Manufacture d'armes de Châtellerault demandant des renseignements sur la variation des prix de divers articles.

Les renseignements recueillis par les présidents des sections seront centralisés par le Secrétariat en vue de la réponse à faire.

— Comité de la Foire de Paris. Avis de l'ouverture de la 8e foire de Paris dans la caserne du Château-d'Eau, du 23 juin au 3 juillet.

— Office national du Commerce extérieur, communiquant une note relative à un projet de travaux électriques à La Haye (Pays-Bas) et une note au sujet de l'établissement d'une station centrale électrique dans la Frise occidentale (Pays-Bas).

Ces documents sont au secrétariat à la disposition des membres du Syndicat qui désireraient les consulter.

Travaux des Commissions. — M. le Président informe la Chambre que la Commission spéciale chargée de l'étude du projet d'instructions concernant les installations intérieures a terminé ses travaux. Le texte préparé a été envoyé à l'Union qui a décidé, dans sa séance du 7 juin, de le faire imprimer pour examen par la Commission intersyndicale.

— Il rappelle que la troisième section étudie en ce moment un projet de cahier des charges pour la réception des câbles et fils pour installations de la première catégorie. Comme il était nécessaire, en vue d'avoir une base sérieuse, de procéder à des essais officiels au Laboratoire central d'Électricité, des échantillons ont été demandés aux fabricants adhérents qui ont bien voulu les offrir gratuitement. Quant aux frais de ces essais, des subventions ont été demandées de différents côtés et quelques réponses favorables sont déjà parvenues. M. Grosselin indique que, de son côté, le Laboratoire central, en raison de l'intérêt que présente la question, semble disposé à donner des facilités particulières pour ces essais.

Union des Syndicats de l'Électricité. — M. le Président donne communication du procès-verbal de la séance du Comité de l'Union du 3 mai 1911, qui sera publié dans *La Revue électrique*.

Comité central des Chambres syndicales. — M. le Président donne communication d'une lettre par laquelle le Comité central sollicite son intervention auprès des membres du Syndicat pour obtenir des subventions et adhésions au Comité d'Etudes et de Défense fiscale.

Questions législatives. — Communication par le Comité central d'Etudes et de Défense fiscale de protestations envoyées au Sénat sur divers projets inscrits à la loi de finances, savoir : responsabilité des patrons pour le payement des contributions de leurs ouvriers et employés étrangers; majoration nouvelle des droits de succession; impôt de 4 pour 100 sur les tantièmes des administrateurs, directeurs et gérants, ainsi que sur l'intérêt des sommes déposées dans les Sociétés régies par la loi de 1872.

— Sénat :

No 158. Projet de loi tendant à compléter la loi du 3 juillet 1877 sur les réquisitions militaires, en ce qui concerne la réquisition des établissements industriels et des marchandises déposées dans les entrepôts de douane et dans les magasins généraux, ou en cours de transport par voie ferrée.

— Chambre des Députés :

No 937. Projet de loi ayant pour objet de modifier le troisième alinéa de l'article 4 de la loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail.

No 940. Proposition de loi tendant à modifier la loi relative à la contribution des patentes.

No 959. Proposition de loi tendant à modifier l'article 2 de la loi du 31 mars 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes.



N° 976. Proposition de loi tendant à améliorer les retraites instituées par la loi du 5 avril 1910 au moyen des disponibilités créées par cette loi dans les budgets d'assistance aux vieillards.

N° 981. Proposition de loi sur les sociétés étrangères par actions.

N° 997. Proposition de loi relative aux retraites ouvrières et paysannes, tendant à exonérer de tout prélèvement les petits salaires.

— L'ordre du jour étant épuisé, la séance est levée à 3 h 25 m.

Le Secrétaire général, H. Chaussenot. Le Président, R. Legouëz.

Bibliographie.

MM. les Membres adhérents peuvent se procurer au Secrétariat général :

1° Les statuts du Syndicat;

2° Les annuaires du Syndicat;

3° La collection complète des Bulletins;

4° Les numéros séparés dont ils auraient besoin pour compléter leur collection;

5° Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons;

6° Les instructions générales pour la fourniture et la réception des machines et transformateurs électriques;

7° Le cahier des charges relatif aux câbles sous plomb armés et à leurs accessoires, destinés à supporter des tensions supérieures à 2000 volts;

8° Brochure sur les calibres pour la vérification des dimensions des douilles de supports et des culots de lampes à incandescence;

9° La série de prix des travaux d'électricité établie par le groupe des Chambres syndicales du bâtiment et des industries diverses et le Syndicat professionnel des Industries électriques (édition de 1907);

Liste des documents publiés dans le présent Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Industries électriques.

Ministère des Finances. — Direction générale des Douanes. — Classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816), p. 577.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. — Arrêté relatif à la rente des timbres-retraite, p. 578.

Arrêtés autorisant des Sociétés de secours mutuels à effectuer l'encaissement des versements de leurs membres assurés de la loi des retraites ouvrières et paysannes, p. 578.

Avis commerciaux. — Rapports commerciaux des agents diplomatiques et consulaires de France, *voir* aux annonces, p. XIX.

Le commerce du matériel électrique dans la région d'Alméria (Espagne), *voir* aux annonces, p. XIX.

Les colis-postaux à destination des États-Unis, *voir* aux annonces p. XXX.

Le commerce du matériel électrique en Australie et Nouvelle-Zélande, *voir* aux annonces, p. XXX.

Tableau des cours du cuivre, *voir* aux anonces, p. XXX.

Offres et demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. XXXI.

SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ.

Siège social : rue Tronchet, 27, Paris.
Téléphone : 225-92.

Douzième Bulletin bimensuel de 1911.

Sommaire : Procès-verbal de la Chambre syndicale du 30 mai 1911, p. 549. — Procès-verbal de la Commission technique du 13 mai 1911, p. 551. — Compte-rendu bibliographique, p. 551. — Liste des documents publiés à l'intention des membres du Syndicat, p. 551. — Table méthodique des matières, p. 579.

Extrait du procès-verbal de la séance de la Chambre syndicale du 30 mai 1911.

Présents : MM. Eschwège, président; Bizet, Brachet, Cordier, vice-présidents; Chaussenot, secrétaire-adjoint; Cahen, Javal, de Tavernier.

Absents excusés : MM Brylinski, président d'honneur; Fontaine, secrétaire général; Beauvois-Devaux, trésorier; Azaria, Legouez, Sée, Tricoche.

Il est rendu compte de la situation de caisse.

M. Bizet remercie ses collègues de sa nomination comme vice-président, M. le Président fait part des remerciements de M. Lugue pour la médaille qui lui a été accordée par le Syndicat.

Correspondance et travaux intérieurs. — M. le Secrétaire rend compte de la correspondance échangée avec les membres du Syndicat depuis la dernière séance et se rapportant, au point de vue contentieux, aux difficultés avec les abonnés, à la cession de concession, à la déclaration d'utilité publique, aux frais de contrôle, au droit des propriétaires de s'opposer au passage des fils électriques sur leur immeuble, etc.

Diverses adhésions ont été sollicitées et obtenues.

Le service de placement indique 5 offres, 2 nouvelles demandes et 10 anciennes, 2 placements indiqués comme réalisés.

Admissions. — M. le Président donne la parole à M. le Secrétaire pour faire part des adhésions et proposer les admissions.

Documents officiels. — Les documents suivants sont portés à la connaissance de la Chambre syndicale :

Arrêté du 25 avril 1911 concernant l'encaissement des cotisations des bénéficiaires de la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes (*Journal officiel* du 9 mai 1911). — Décret du 20 mai 1911 nommant M. Bouchard directeur au Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes (service des Postes et des Télégraphes, direction de l'exploitation téléphonique) en remplacement de M. Estaunié, nommé inspecteur général (*Journal officiel* du 21 mai 1911). — Arrêtés du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, du 20 mai 1911, portant application de types de compteurs électriques (*Journal officiel* du 23 mai 1911).

M. le Secrétaire donne lecture de la liste des documents qui ont été publiés au *Journal officiel* depuis la dernière séance. Cette liste est la suivante :

Rapport ayant pour objet de modifier le rapport déposé au cours de la précédente législature par M. Jules-Louis Breton et repris le 9 juin 1910, sur : 1° le projet de loi relatif aux maladies professionnelles; 2° la proposition de loi de M. J.-L. Breton et plusieurs de ses collègues, ayant pour objet l'extension aux maladies d'origine professionnelle de la loi du 9 avril 1898, sur les accidents du travail, par M. Gilbert Laurent (Chambre des Députés, 23 décembre 1910). — Rapport fait au nom de la commission chargée d'examiner le projet de loi, adopté par la Chambre des Députés, ayant pour objet de rendre applicable dans

les colonies françaises la loi du 8 février 1902 portant modification de la loi du 15 juin 1872 sur les titres au porteur, par M. Adolphe Cicéron, sénateur (Sénat, 21 mars 1911). — Proposition de loi relative à la municipalisation des services publics, présentée par MM. Marietton et Adrien Veber, députés (Chambre des Députés, 16 janvier 1911). — Proposition de loi sur la participation aux bénéfices présentée par M. Tournade, député (Chambre des Députés, 17 janvier 1911). — Proposition de loi tendant à modifier les articles 3 et 15 de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, présentée par MM. Defontaine, Pasqual, Daniel, Vincent, Guislain, députés (Chambre des Députés, 20 janvier 1911). — Proposition de loi tendant à modifier et à compléter l'article 19 de la loi du 9 avril 1898, modifiée par la loi du 31 mars 1905 sur les accidents de travail, présentée par M. Durafour, député (Chambre des Députés, 25 janvier 1911). — Proposition de loi tendant à modifier la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes, présentée par MM. Jules Guesde, Alasseur et collègues (Chambre des Députés, 23 janvier 1911). — Proposition de loi ayant pour objet de modifier la loi du 9 avril 1898 concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail, présentée par MM. A. Lebrun et Grandjean (Chambre des Députés, 13 février 1911). — Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner la proposition de loi de M. Gourju et plusieurs de ses collègues, portant modification des articles 106, 107, 108 et 109 de la loi municipale du 5 avril 1884, par M. Touron (Sénat, 28 mars 1911). — Rapport fait au nom de la Commission de l'Armée chargée d'examiner le projet de o i, adopté par le Sénat, tendant à compléter la loi du 3 juillet 1877 sur les réquisitions militaires en ce qui concerne la réquisition des établissements industriels et des marchandises déposées dans les entrepôts de douane et dans les magasins généraux, ou en cours de transport par voie ferrée, par M. Marc Sauzet (Chambre des Députés, 29 mars 1911). — Proposition de loi sur l'organisation de l'enseignement professionnel, présentée par MM. Jules Siegfried et collègues (Chambre des Députés, 30 mars 1911).

Rapport de la Chambre de Commerce de Beauvais. — M. le Secrétaire donne connaissance du rapport de la Chambre de Commerce de Beauvais sur la responsabilité de l'État et des communes en cas de grève et de troubles publics.

Frais de contrôle. — M. le Secrétaire signale que, dans une instance introduite à Epernay à propos du payement des frais de contrôle municipal par une Compagnie autorisée avant la loi de 1906, le Tribunal s'est déclaré compétent, contrairement à la prétention de la Ville de porter le différend devant le Conseil de Préfecture. A Châlons-sur-Marne, dans une instance analogue, la question de compétence n'a pas été soulevée; elle n'a pas été soulevée davantage à Reims, à propos des frais de contrôle de l'État. Ces renseignements sont extraits du procès-verbal de la Chambre syndicale de l'Industrie du gaz.

M. Cordier signale qu'une instance a été introduite à Grenoble au sujet des frais de contrôle.

Retraites ouvrières. — La Chambre syndicale prend connaissance de la nouvelle circulaire de la Section patronale des retraites ouvrières qui sera envoyée à tous les membres du Syndicat en insistant sur l'intérêt qu'il y a à se conformer aux indications qui sont données.

Protection des lignes de distribution contre des contacts avec les conducteurs aériens servant a la traction. — M. Eschwège communique une réclamation faite à un adhérent par le Service du Contrôle concernant l'établissement de dispositifs destinés à protéger mécaniquement les lignes de distribution contre les contacts avec les conducteurs aériens servant à la traction.

Après échange d'observations entre les membres présents, la question est renvoyée à la Commission technique pour avoir son avis sur la réponse à faire.

Consultation de Me Frénoy. — M. le Président dépose sur le Bureau de la Chambre syndicale la consultation qui a été demandée à Me Frénoy sur la question soumise par un adhérent (interruption dans le service de la fourniture de la force motrice).

Relations avec les associations et syndicats. — M. le Président donne lecture des lettres des diverses Associations et Syndicats accusant réception de la constitution du Bureau.

Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz. — M. le Président dépose sur le bureau le Compte rendu de l'assemblée générale du 4 avril 1911 du Syndicat professionnel de l'Industrie du gaz.

Fédération des industriels et des commerçants français. — M. le Président communique le *Bulletin* de mai 1911 de cette Fédération qui renferme une étude sur les retraites ouvrières.

Cours d'électricité industrielle. — La Chambre syndicale prend connaissance de la lettre de la Fédération professionnelle des mécaniciens-chauffeurs-électriciens et vote une subvention pour les récompenses à donner aux élèves.

Communications diverses. — M. le Président donne connaissance des circulaires de l'Office national du Commerce extérieur faisant part de l'adjudication de l'installation de l'éclairage électrique et de la force motrice à Routschouk et du projet d'établissement d'une station centrale d'électricité dans la Frise occidentale (Pays-Bas).

Les renseignements communiqués sont tenus à la disposition des adhérents du Syndicat, au siège social.

Maintien du numéro de téléphone. — M. le Président donne connaissance de la circulaire de la Direction des Services téléphoniques de Paris informant que le numéro d'appel du Syndicat ne serait pas changé avant la réorganisation complète du réseau parisien.

Congrès de Turin. — Plusieurs adhérents demandent s'il ne serait pas possible d'avoir le programme du Congrès international d'Electricité de Turin en fascicule séparé, bien que ce programme ait été déjà publié dans *La Revue électrique*. La Chambre syndicale charge le Secrétariat de s'en procurer des exemplaires et de les adresser aux membres du Syndicat qui en feront la demande.

M. le Président expose qu'à son avis il serait intéressant de reprendre l'étude de la création d'un Congrès international permanent des entreprises de distribution



d'électricité; il rappelle que la question avait déjà été étudiée par M. Cordier lors du Congrès de Marseille, mais qu'elle n'a pas eu de solution et il estime qu'on pourrait profiter de la réunion au Congrès de Turin d'un grand nombre d'électriciens de tous pays pour recueillir leur avis sur l'opportunité de la création de cet organisme.

M. le Président indique qu'il est question de profiter également du Congrès pour organiser depuis Turin une excursion ayant pour but de visiter les grandes centrales des principales villes d'Italie. M. Della Riccia a offert de s'occuper, au cours du voyage qu'il effectue actuellement en Italie, de jeter les bases du programme qu'il a promis de communiquer dans le courant de juin.

Adhésions a obtenir. — M. le Président signale qu'il a remarqué qu'il y avait encore beaucoup d'usines parmi les centrales de France qui n'étaient pas adhérentes au Syndicat. Il compte sur le concours des membres du Syndicat, et particulièrement des membres de la Chambre syndicale, pour obtenir de nouvelles adhésions.

Bibliographie. — M. le Président dépose sur le bureau de la Chambre syndicale les Ouvrages suivants qui ont été offerts au Syndicat :

Dictionnaire de Mécanique et d'Électricité, par M. Ch. Barbat; *Installations électriques de distribution d'énergie de la Société* « L'Energie électrique du Centre ».

Extrait du procès-verbal de la séance de la Commission technique du 13 mai 1911.

Présents : MM. Eschwège, Président du Syndicat; Tainturier, Président de la Commission; Benoist, Boucherot, Brylinski, Bitouzet, Cotté, Daguerre, David, Della Riccia, Moret, Nicolini, Renou, A. Schumberger.

Absents excusés : MM. Fontaine, Secrétaire général; Drin, Mazen, Rieunier, Rolland d'Estape.

Au nom de la Commission, M. le Président adresse à M. Sée, victime d'un grave accident d'aéroplane, ses vœux de prompt rétablissement.

M. le Président propose à la Commission de nommer M. Leeler, Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Commission technique; la proposition est adoptée à l'unanimité.

Génératrices asynchrones. — En vue de l'établissement de son Rapport sur les génératrices asynchrones M. Boucherot préparera un questionnaire qui sera adressé aux différents constructeurs.

Tirage équilibré. — M. le Président s'entendra avec M. Heryngfet pour la date de sa conférence sur les foyers à tirage équilibré.

Tableau de filiation des termes du vocabulaire. — Le rapporteur de cette question sera désigné au cours de la prochaine séance.

Alimentation des grandes centrales. — A la demande de M. Della Riccia empêché, M. Neu reste seul chargé du Rapport sur l'alimentation des grandes centrales.

Cahier des charges pour la fourniture des poteaux en bois. — M. Paré complétera son Rapport sur cette question par une étude sur les poteaux en ciment.

Poteaux et isolateurs. — La Sous-Commission se réunira prochainement sur la convocation de son président M. Daguerre.

Mise a la terre des postes de transformateurs. — M. A. Schlumberger fait remarquer que, dans son état actuel, la question est extrêmement complexe. Il est difficile, en raison de la différence dans les terres de comparaison, d'exprimer en ohms une valeur maximum pour la résistance à la terre des parties d'une installation qui doivent y être reliées.

M. Della Riccia signale à la Commission l'importance de la question du réglage des interrupteurs automatiques placés en série sur une canalisation. M. Nicolini préparera un Rapport à ce sujet. La question présentant une certaine connexité avec celle des avantages et inconvénients des réseaux bouclés et débouclés qu'étudie M. A. Schlumberger, ces Messieurs se rapprocheront pour examiner l'ensemble.

Unification du matériel de canalisation. — M. Cotté est chargé de ce Rapport.

Établissement des compteurs généraux dans les centrales. Discussion du questionnaire établi par MM. Cousin et Rieunier. — Ces Messieurs prépareront un questionnaire annexe complétant le premier.

Une discussion s'engage sur la récente communication de M. le Professeur Riccardo Arno relative à la nouvelle tarification de l'énergie électrique en tenant compte en partie du sin φ.

M. Boucherot estime que l'utilisation de compteurs basés sur ce principe pourrait amener les abonnés à installer des appareils tendant à réduire le déphasage. Plusieurs membres de la Commission sont d'avis que pareille mesure serait peut-être prise plus simplement par la Centrale. M. Boucherot cherchera des éléments pour une étude sur cette intéressante question.

M. le Président passe en revue les questions à l'ordre du jour.

Compte rendu bibliographique.

Il sera fait mention de tous les Ouvrages d'intérêt général relatifs aux Associations, comme aussi de tous les Livres techniques utiles pour les applications du courant électrique, dont on fera parvenir deux exemplaires au Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Liste des documents publiés dans le Bulletin à l'intention des membres du Syndicat professionnel des Usines d'électricité.

Législation et réglementation. — Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, en date du 1er juin 1911, fixant l'époque des réunions obligatoires du Comité permanent d'Électricité, p. 577.

Chronique financière et commerciale. — Convocations d'Assemblées générales, *voir* aux annonces, p. xix. — Nouvelles Sociétés, *voir* aux annonces. p. xix. — Coupons et dividendes annoncés, *voir* aux annonces, p. xix. — Demandes d'emplois, *voir* aux annonces, p. xxxi. — Premières nouvelles sur les installations proétées, *voir* aux annonces, p. xxxiii.



GÉNÉRATION ET TRANSFORMATION.

MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.

L'échauffement des machines dynamo-électriques.

Nous avons passé en revue, dans un précédent article (¹), toutes les causes d'échauffement de l'induit, nous devons maintenant rechercher de quelle manière cette quantité de chaleur peut être évacuée.

Si cette évacuation était nulle, la température augmenterait indéfiniment avec le temps, jusqu'à ce que l'isolation soit détruite ou le métal fondu. Étant donnée la chaleur spécifique de la matière, la température serait obtenue à l'aide d'une équation extrêmement simple et, dans le cas où les deux métaux employés ont la même chaleur spécifique (ce qui est approximativement exact pour le fer ou le cuivre), l'équation indiquée donnerait la température moyenne; une perte de 3,5 watts par centimètre cube de cuivre et de fer amènerait une augmentation de température de 1° par seconde.

Mais, lorsqu'un corps a été échauffé et qu'il se trouve dans le voisinage ou au contact de substances dont la température est plus basse que la sienne, il se refroidit et les échauffe. Cette transmission peut se faire par conductibilité, par rayonnement ou par convection.

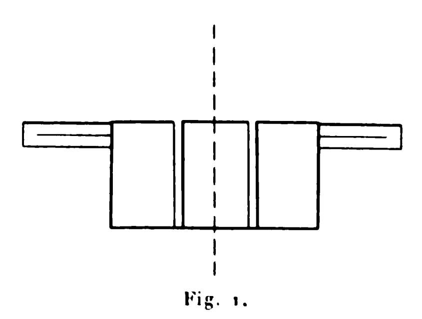


Fig. 1.

On peut considérer que dans le cas d'un induit la chaleur évacuée par conductibilité est négligeable. La quantité de chaleur évacuée par rayonnement est également faible, et le seul refroidissement véritablement efficace est produit par le mouvement de l'induit qui amène une circulation importante de l'air extérieur, lequel entre en contact avec sa surface extérieure et la refroidit.

L'induit se refroidit donc par sa surface extérieure, comme l'indique la figure 1, qui montre la coupe d'une machine avec canaux de ventilation.

Mais, en ce qui concerne le fer, la quantité de chaleur produite à chaque instant est uniformément répartie dans tout le volume; il faut donc rechercher comment se fait le transport à la surface extérieure.

(¹) La *Revue électrique*, t. XV, 9 juin 1911, p. 508-513.

Nous savons qu'il ne peut y avoir mouvement ou flux de chaleur, c'est-à-dire transport de chaleur entre deux points, que s'il existe une différence de température entre ces deux points, de sorte que la température à l'intérieur du fer doit être plus élevée qu'à la surface extérieure.

Si nous désignons par k la valeur de la conductibilité calorifique intérieure d'un corps, par h le coefficient de conductibilité extérieure à sa surface, le rapport $\frac{k}{h}$ a la dimension d'une longueur. Emde (*E. T. Z.*, 13 août 1908) a recherché quelle signification on pouvait donner à cette longueur.

A la surface, la densité du courant de chaleur est continue, c'est-à-dire qu'on a

$$h(\bar{u} - U) = k\frac{d\bar{u}}{dx},$$

$\bar{u}$ désignant la valeur de la température à la surface, U la température de l'air environnant, $\frac{d\bar{u}}{dx}$ la variation de température à la surface, x étant mesuré suivant la normale à la surface et à l'intérieur de celle-ci.

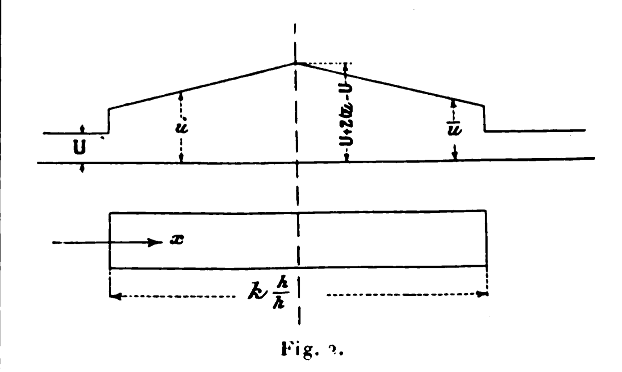


Fig. 2.

Supposons maintenant que le corps soit limité dans une direction et admettons que la température varie à l'intérieur suivant une loi linéaire (*fig.* 2), on a alors

$$\frac{d\bar{u}}{dx} = \frac{u - \bar{u}}{x},$$

et la température u existe à une profondeur

$$x = \frac{k}{h}\,\frac{u - \bar{u}}{\bar{u} - U};$$

il en résulte, à la profondeur

$$x = \frac{k}{h},$$

la valeur

$$u - U = 2(\bar{u} - U),$$

A cette profondeur, l'excès de température est ainsi double de l'excès de température à la surface. Le rapport $\frac{k}{h}$ est de l'ordre de grandeur de 40 m; par suite, un corps métallique devrait avoir une épaisseur de 80 m environ, pour qu'à l'intérieur une température double de celle à la surface soit atteinte.

Il faut encore remarquer que le coefficient de conductibilité calorifique des corps magnétiques n'est pas indépendant de leur état magnétique : ce coefficient varie en fonction de la grandeur et de la direction de la force magnétisante.

Des expériences de Winkelmann, de Korda (*Journal de Physique*, 1899) ont montré que, pour une induction égale à 12000, la conductibilité calorifique du fer subissait une variation de 4 à 20 pour 100. Le sens de la variation est tel que la diminution de la conductibilité est continuellement observée dans la direction du flux de force. Cette même conductibilité demeurait invariable dans le sens perpendiculaire au flux de force.

Des essais ont été exécutés sans tenir compte de l'effet, signalé ci-dessus, par L. Ott, dans le but de déterminer la conductibilité calorifique d'un paquet de tôles de dynamos, à l'aide d'une méthode identique à celle de Péclet.

Il résulte de ces essais que la conductibilité calorifique dans le sens parallèle aux tôles est égal à 0,1365 (tôles et papier); dans le sens transversal, cette conductibilité est beaucoup plus faible et peut varier de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{150}$ de la valeur trouvée ci-dessus.

Ott fit ensuite des essais dans le but de déterminer l'action d'un courant d'air de vitesse variable à la surface du paquet de tôles, cette surface étant brute ou vernie.

Pour l'air au repos la surface laquée rayonnait une plus grande quantité de chaleur que la surface brute; au contraire, avec un courant d'air rapide la surface brute dissipait une plus grande quantité de chaleur que la surface vernie.

La quantité de chaleur dissipée varie en fonction de la vitesse de l'air, suivant une loi linéaire et l'on a, pour la surface vernie,

$$T = \frac{A}{\Sigma F} \times \frac{333}{1 + 0,107 v},$$

et pour la surface brute

$$T = \frac{A}{\Sigma F} \times \frac{460}{1 + 0,25 v};$$

dans ces relations, A est la perte en watts, ΣF la surface totale de refroidissement, v la vitesse de l'air en mètres par seconde et T l'augmentation de température en degrés centigrades.

Ces résultats d'expériences sont applicables seulement dans des cas tout à fait spéciaux, quand les conditions de refroidissement sont à peu près identiques à ce qu'elles étaient dans les expériences; en pratique, les circonstances sont fort différentes.

En ce qui concerne l'induit, la surface de refroidissement est une quantité tout à fait indéterminée, car il est à peu près impossible de savoir comment la chaleur totale est dissipée, aussi bien par la surface extérieure des enroulements que par la surface du fer exposée à l'air, de sorte que les formules ci-dessus sont difficilement applicables.

Dans le cas d'une armature avec canaux de ventilation, l'air circulant dans ces derniers sera à une température plus élevée que celle de l'air circulant dans les enroulements, et il est possible que, pour une grande longueur de paquets de tôles, les canaux au centre contribuent très peu au refroidissement; cependant il est reconnu que leur action, même dans ces conditions, est encore efficace, ainsi que cela a été montré par Ossanna (*E. u. M.*, 1909).

Considérons un paquet de tôles de longueur $2\,l$, d'épaisseur radiale h (*fig.* 3) et de rayon moyen R, limité à

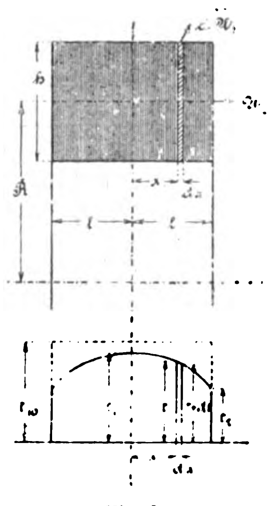


Fig. 3.

chaque extrémité par un canal de ventilation; en supposant : 1° que la perte par centimètre cube soit partout la même; 2° que la conductibilité calorifique dans le sens des tôles soit infinie; 3° que la conductibilité perpendiculairement aux tôles est celle donnée par Ott; on peut établir la loi de répartition de la température sur les surfaces du paquet de tôles; cette répartition est indiquée par le diagramme au bas de la figure 3 : on voit, par exemple que τ_1 est la température au milieu du paquet de tôles, τ_2 la température à l'extrémité du paquet de tôles et τ_{10} la température qu'aurait le même paquet de tôles si les canaux de ventilation n'avaient aucun effet.

Le même auteur a établi un certain nombre de courbes qui montrent l'influence des canaux de ventilation en différents cas : 1° pour des hauteurs de tôles h égales à 10 cm, 20 cm et 30 cm; 2° pour trois valeurs de la ventilation représentées par $\tau_0 = 500$, 300 et 100.

On voit sur la figure 4 que le rapport $\frac{\tau_1}{\tau_{10}}$ est d'autant plus favorable, c'est-à-dire d'autant plus faible, que la hauteur (l'épaisseur) du paquet de tôles est plus faible et que la hauteur radiale est plus grande, et que, dans les cas rencontrés le plus souvent dans la pratique, ce rapport est compris entre 0,3 et 0,5; de sorte que l'effet utile des canaux de ventilation est relativement considé-

rable, et d'autant plus grand que la ventilation est plus mauvaise.

Le rapport de la quantité de chaleur dissipée par les canaux de ventilation à celle dissipée par les autres surfaces est d'autant plus grand que l'épaisseur du paquet

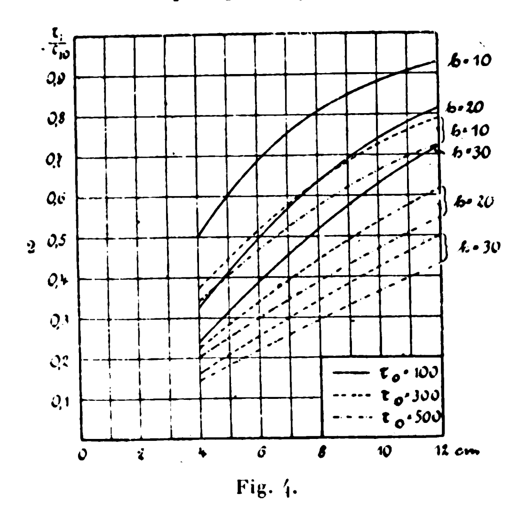


Fig. 4.

est plus faible, que la hauteur radiale h est plus grande et que la ventilation est moins efficace; cependant, pour une bonne ventilation on peut encore choisir une épaisseur du paquet de tôles, telle que la quantité de chaleur dissipée par les canaux de ventilation soit trois à quatre fois plus grande que celle dissipée par les surfaces extérieures; pour obtenir ce résultat, il est nécessaire de diminuer à 3 cm ou 4 cm l'épaisseur du paquet de tôles compris entre deux canaux de ventilation.

L'application des formules et réflexions ci-dessus permettent de déterminer approximativement l'échauffement du noyau de fer de l'induit.

En ce qui concerne le cuivre, il convient de remarquer que la température est variable suivant la position qu'il occupe dans l'enroulement; le professeur Arnold a montré comment on pouvait déterminer par le calcul (*E. T. Z.*, 1909) les températures le long d'une spire.

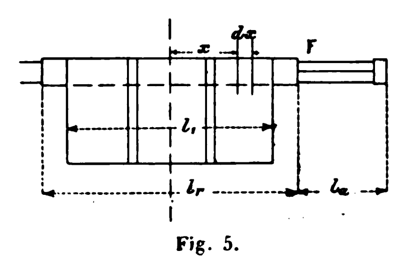


Fig. 5.

La figure 5 montre la coupe d'un induit de machine à courant continu avec enroulement en manteau. Soit l_r la longueur du tube isolant la barre d'induit, l_1 la longueur du fer, y compris les canaux de ventilation. Considérons un élément de longueur dx pris sur le conducteur et plaçons l'axe des coordonnées au milieu de la longueur du fer; la quantité de chaleur qui pénètre dans l'élément de longueur dx pendant le temps dt est

$$-\alpha\frac{dT}{dx}dt;$$

par l'extrémité gauche de l'élément sort une quantité de chaleur égale à

$$-\alpha\left(\frac{dT}{dx}+\frac{d^2T}{dx^2}dx\right)dt;$$

par la surface annulaire de l'élément dx sort une quantité de chaleur

$$\beta T\,dx\,dt,$$

en appelant T l'excès de température du cuivre sur la température du fer; en outre, dans l'élément de longueur dx, une certaine quantité de chaleur est produite par la circulation du courant normal, et par les courants parasites, cette quantité de chaleur est égale à

$$\gamma(T+T_1)\,dx\,dt.$$

Comme la quantité de chaleur qui quitte l'élément doit être égale à celle qui entre, on a

$$-\alpha\frac{dT}{dx}dt+\gamma(T+T_1)\,dx\,dt = -\alpha\left(\frac{dT}{dx}+\frac{d^2T}{dx^2}dx\right)dt+\beta T\,dx\,dt;$$

d'où il résulte

$$\alpha\frac{d^2T}{dx^2}-\beta T+\gamma T=-\beta T_1 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2T}{dx^2}-a^2T=-b,$$

T étant la température du fer, α, β, γ des coefficients dépendant des conditions d'établissement.

La solution de cette équation différentielle est

$$T=Ae^{ax}+Be^{-ax}+\frac{b}{a^2},$$

et elle est valable pour la section de conducteur comprise entre le milieu de la machine et l'extrémité F.

Pour déterminer les constantes A et B on remarquera que, pour $x=0$, on a

$$\frac{dT}{dx}=0,$$

et, pour $x=\frac{l_r}{2}$, on a

$$T_{\left(x=\frac{l_r}{2}\right)}=T_f-T_{\text{fer}} \qquad (T_f \text{ étant la température en F}).$$

On tire de là $A=B$ et

$$(1)\qquad T=A(e^{ax}+e^{-ax})+\frac{b}{a^2}=2A\cos_{\text{H}}ax+\frac{b}{a^2},$$

$\cos_{\text{H}}$ représentant un cosinus hyperbolique, et pour $x=\frac{l_r}{2}$

$$(2)\qquad T_f=2A\cos_{\text{H}}\frac{A\,l_r}{2}+\frac{b}{a^2}+T_{\text{fer}}.$$

Les mêmes raisonnements appliqués à la partie de l'enroulement située en dehors du fer donnent pour T_f

la valeur

$$(3) \qquad T_f = 2C \cosh \frac{c l_a}{2} + \frac{d}{c^2} + T_{air},$$

où l_t est la longueur du cuivre en dehors des tubes isolants. Les deux valeurs de T_f des deux équations (2) et (3) devant être égales, il est possible de déterminer C; pour la section F on a

$$(4) \qquad aA \sinh \frac{a l_r}{2} = -cC \sin \frac{c l_k}{2}$$

et

$$(5) \qquad 2A \cosh \frac{a l_r}{2} + \frac{b}{a^2} + (T_{fer} - T_{air}) = 2C \cosh \frac{c l_k}{2} + \frac{d}{c^2}.$$

Si T_{fer} est connue, la distribution de la température est déterminée; elle est approximativement indiquée par la figure 6, on peut en général l'assimiler à une droite.

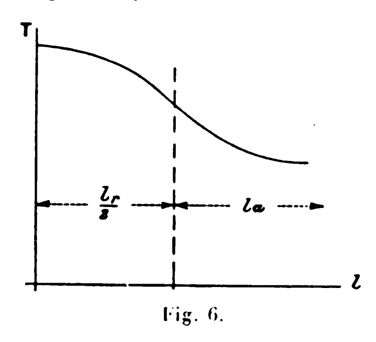


Fig. 6.

Il est impossible en général d'exécuter les calculs complets pour chaque cas particulier, et il est nécessaire d'adopter une méthode générale de calcul qui permette de comparer des résultats; on admet en général que la seule surface de refroidissement est égale à la surface du manteau cylindrique tourné vers l'entrefer.

Si L est la longueur de ce manteau suivant l'axe, D le diamètre de l'armature, on admet

$$S = \pi DL.$$

On peut prendre aussi, avec une exactitude suffisante dans la plupart des cas,

$$L = l + 0{,}7p,$$

expression dans laquelle, l est la longueur du fer et p la longueur de l'arc polaire, ce qui suppose que la longueur des connexions terminales est égale à 0,35 p : il vient donc

$$S = \pi D(l + 0{,}7p).$$

L'échauffement peut être alors considéré comme étant égal, à un facteur près, au nombre de watts à dissiper par unité de surface de l'armature.

Pour des induits ventilés, de formes et dimensions normales, l'échauffement varie de 15° C. à 20° C. quand la surface de refroidissement est égale à 8 cm² par watt dissipé et que la vitesse de la surface extérieure de l'induit est égale à 17 m : sec; cet échauffement baisse à 10° ou 12° quand la vitesse atteint 36 m : sec.

Dans le cas de machines pour turbines, la vitesse atteint 80 m : sec et l'échauffement dans les mêmes conditions de surface peut être compris entre 4° et 8°.

On peut donc évaluer l'échauffement d'un induit donné à l'aide d'une expression de la forme

$$T = kw,$$

w étant le nombre de watts à dissiper par centimètre carré et k un coefficient dépendant de la vitesse et qu'on peut prendre dans le Tableau ci-dessous :

v = 17 m : sec	k = 95 à 130
v = 35 —	k = 65 à 80
v = 70 —	k = 20 à 50

La valeur convenable de k peut être choisie en tenant compte des dispositions particulières de la machine.

La surface de refroidissement des machines à grande vitesse peut être tenue plus petite que pour les machines à faible vitesse, mais les pertes totales sont approximativement les mêmes que pour une machine à petite vitesse de même puissance, de sorte que le nombre de watts à dissiper par unité de surface est très grand; la ventilation de ce genre de machines doit donc être très énergique.

En ce qui concerne la ventilation du fer, une mesure simple peut être prise par le rapport de la longueur nette du fer à la longueur totale du noyau; par exemple, si ce facteur est égal à 0,7, on peut admettre que l'isolement des tôles prend 10 pour 100 et les canaux de ventilation, 20 pour 100, soit 1 cm pour 4 cm de fer; l'épaisseur de ces canaux est variable de 1 cm à 2 cm, de sorte qu'on peut admettre approximativement un canal de ventilation pour 5 cm de longueur de fer, avec un rapport variable de 0,7 à 0,8; des canaux larges sont certainement préférables au point de vue de la circulation de l'air, cependant, au point de vue du refroidissement du noyau, il est préférable d'employer deux canaux de 1 cm d'épaisseur qu'un seul de 2 cm.

La constante d'échauffement d'un tel type de machine peut être prise très basse, par exemple, on peut admettre 0,75 à 1 watt par centimètre carré pour un échauffement acceptable.

Une dynamo à courant continu de 1500 kw, tournant à 1000 t : m, avec une vitesse périphérique de 64 m : sec ayant les dimensions ci-dessous :

Longueur de l'armature	58 cm
Nombre de canaux de ventilation	7
Épaisseur des canaux de ventilation	1,25 cm
— des paquets de tôles	6 —
Facteur de remplissage	0,75

avait à dissiper une perte totale correspondant à 1,1 watt par centimètre carré; après 5 heures de marche à pleine charge, la température maximum observée dans les canaux de ventilation fut trouvée égale à 45°, l'ambiante étant égale à 21°; l'échauffement était par suite seulement égal à 24°, correspondant à 22° d'échauffement pour une perte de 1 watt par centimètre carré, ce qui peut être considéré comme une valeur très basse.

Dans le but de déterminer l'influence de la vitesse péri-

phérique d'un corps cylindrique sur l'échauffement de ce corps, le Dr E. Hinlein a fait construire un calorimètre tournant, chauffé électriquement (*Doktor. Dissertation*, Munich, 1909); les températures des différents points du calorimètre étaient mesurées à l'aide de couples thermo-électriques convenablement disposés et d'un millivoltmètre; des précautions minutieuses avaient été prises afin que les contacts frottants n'amènent aucune perturbation dans les mesures.

Le tambour-calorimètre pouvait tourner à des vitesses facilement réglables; la surface extérieure, seule agissante au point de vue du refroidissement, était constituée par un cylindre de cuivre, d'abord poli, peint ensuite au vernis brillant et enfin au vernis mat.

La loi de Newton pour le refroidissement d'un corps est donnée par l'expression

$$Q = hST,$$

dans laquelle Q représente la quantité de chaleur, h le coefficient de conductibilité, S la surface de refroidissement, T l'excès de température du corps sur celle de l'air ambiant. Cette relation est applicable toutes les fois que l'excès de température n'est pas trop considérable, et ne dépasse pas 50° à 60°; mais le facteur h est essentiellement variable, suivant que le corps est mobile ou qu'il est au repos; variable aussi suivant l'état des surfaces exposées à l'air.

Les essais du Dr Hinlein avaient précisément pour but de déterminer ces valeurs de h. Les courbes de la figure 7

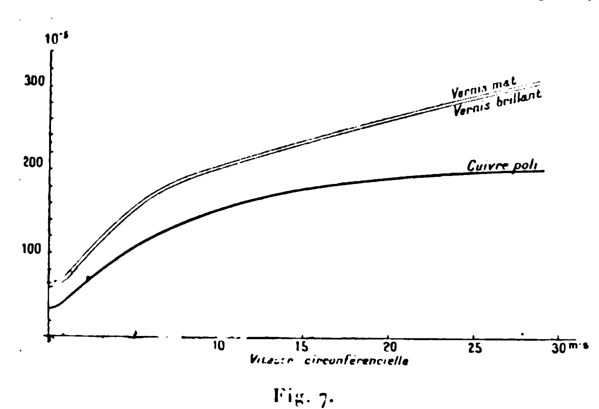


Fig. 7.

montrent comment varie ce coefficient, aussi bien en fonction de v que suivant l'état des surfaces extérieures; on voit que ces courbes se rapprochent de paraboles et elles peuvent être représentées approximativement par les équations :

$$h = 36,8\,(1 + 0,96\sqrt{v}).10^{-5},$$

pour le cuivre poli;

$$h = 58,2\,(1 + 0,78\sqrt{v}).10^{-5},$$

pour le cuivre verni brillant;

$$h = 61,1\,(1 + 0,71\sqrt{v}).10^{-5},$$

pour le cuivre verni mat.

Ces valeurs de h permettent la prédétermination de la température atteinte en régime continu par un corps cylindrique mobile autour d'un axe horizontal, si la surface en est comparable à celle du cylindre ayant servi pour les essais.

La température est donnée par les formules ci-dessous

$$T = \frac{1730\,Q}{(1 + 0,78\sqrt{v})\,S},$$

pour le cuivre verni brillant, et

$$T = \frac{1630\,Q}{(1 + 0,71\sqrt{v})\,S},$$

pour le cuivre mat.

Dans toutes ces formules, Q est la quantité de chaleur à dissiper en watts, v la vitesse en mètres par seconde et S la surface de refroidissement en centimètres carrés; l'échauffement T est obtenu en degrés centigrades.

Il est indispensable de tenir compte dans les applications de ce que les chiffres indiqués ci-dessus ne sont pas absolus, et que les dispositions particulières de ventilation, d'enroulements, etc., influent d'une manière importante sur les valeurs à adopter pour les divers coefficients.

Pour une même machine, la simple variation du diamètre du collecteur, ou du diamètre de l'arbre à l'intérieur de la douille, variation empêchant par exemple de conserver des ouvertures paraissant sans importance, peut avoir une influence prépondérante sur l'échauffement de l'enroulement ou du fer de l'induit.

Il y a donc lieu d'apporter la plus grande attention aux détails accessoires de l'étude d'une machine, car la ventilation, le refroidissement et par suite la puissance maximum disponible peuvent en dépendre.

La ventilation de l'induit est certainement, après l'étude électromagnétique, la partie la plus importante et la plus délicate de l'étude d'une dynamo et il est nécessaire d'apporter tous ses soins à ce travail.

Nous avons vu, dans la première partie de cette étude, que les pertes dans le fer induit des machines modernes étaient relativement considérables et qu'il était nécessaire de prévoir des canaux de ventilation pour le refroidissement.

Pour les machines de dimensions moyennes, c'est-à-dire au delà d'un diamètre d'induit de 50 cm, le diamètre intérieur des tôles est suffisant pour que l'accès de l'air y soit facile et les entretoises séparant les différents paquets de tôles formant ventilateur, cet air est continuellement renouvelé; par suite, le noyau induit est refroidi dans des conditions satisfaisantes.

Pour les petites machines, la circulation de l'air est moins facile à assurer. En effet, dans ce cas, les tôles sont généralement montées directement sur l'arbre, car le diamètre intérieur serait trop petit pour permettre l'emploi d'un moyeu ou croisillon en fonte ou en acier; l'induction dans le noyau induit est légèrement diminuée de ce fait, mais le passage de l'air est complétement empêché.

Dans le but de rendre efficace la présence de canaux de ventilation, tout en montant les tôles sur l'arbre, ces

dernières sont très souvent découpées ou poinçonnées comme le montre la figure 8; les ouvertures de chacun des disques étant superposées forment des tubes de formes correspondantes qui, communiquant directement avec les canaux de ventilation, leur amène l'air qui doit refroidir le fer.



Fig. 8.

Ces canaux étant disposés près de l'arbre, c'est-à-dire à un endroit où la vitesse est la plus faible possible, l'effet des ailettes des canaux de ventilation est maximum.

Dans certains cas, on préfère supprimer les canaux de ventilation dans le fer induit et provoquer un courant d'air actif dans les ouvertures des tôles près de l'arbre, à l'aide d'un véritable ventilateur aspirant à l'extrémité de l'induit, le collecteur étant spécialement disposé pour permettre le passage d'un grand volume d'air; les résultats obtenus avec cette disposition sont, paraît-il, très satisfaisants.

En ce qui concerne le refroidissement du cuivre de l'enroulement, la disposition des bobinages influe d'une manière considérable sur l'utilisation de la circulation de l'air qui les environne; un enroulement en barres bien séparées forme une sorte de grille dont tous les éléments sont touchés par l'air en mouvement, alors que des bobines épaisses et serrées n'offrent qu'une surface cylindrique à peu près lisse qui peut être dix fois plus petite que la surface de refroidissement d'un enroulement en barres comme celui dont il est question ci-dessus.

Il est donc indispensable de tenir compte de tous ces éléments et de considérer les chiffres que nous indiquons plus haut comme des moyennes dont les maxima et minima peuvent différer beaucoup.

La quantité de chaleur totale à évacuer étant connue, on peut se proposer de déterminer le volume d'air à faire circuler dans l'induit pour le maintenir à une certaine température.

Nous ferons observer d'abord que l'induit peut être considéré comme un bloc dont la température est uniforme; l'air qui passe en un point doit s'échauffer assez peu pour que son action soit encore utile lors de son passage en un autre point situé plus loin sur son parcours, et dont la température est sensiblement égale à celle du premier; l'air ayant circulé dans l'induit et les enroulements peut donc être échauffé très peu, par exemple de 10° seulement, et si Q est la quantité de chaleur à dissiper, c_p la chaleur spécifique de l'air à pression constante, le poids d'air à faire circuler sera

$$P = \frac{Q}{10 c_p} = \frac{Q}{2,38}.$$

L'échauffement de l'air étant égal à 10° pour une machine de 50 kw, la quantité de chaleur à évacuer par seconde (pour l'induit) sera approximativement égale à

$$\frac{2500}{4240} = 0,59 \text{ calorie par seconde},$$

et par suite le poids d'air à faire circuler par seconde est

$$P = \frac{0,59}{10 \times 0,238} = 0,247 \text{ kg},$$

ou un volume

$$V = \frac{0,59}{10 \times 0,282} = 0,2 \text{ m}^3.$$

Connaissant les sections de passage à l'intérieur de l'induit, on en déduit facilement la dépression que doit produire le ventilateur.

Toutes ces relations permettent de calculer l'échauffement de l'induit, au moins d'une manière approximative, mais il ne faut pas oublier que la température est relevée à l'arrêt de la machine, c'est-à-dire lorsque la ventilation est nulle; il est clair qu'à ce moment les parties chaudes de l'induit tendent à écouler leur excès de chaleur vers les parties plus froides qui sont celles limitées par les surfaces soumises à l'action du courant d'air et l'échauffement mesuré à l'arrêt est en réalité plus grand que celui des surfaces libres lorsque la machine est en marche; il est en même temps plus petit que l'échauffement réel des parties intérieures de la machine; il est assez difficile de savoir exactement l'importance de cette différence, tout dépend de la rapidité avec laquelle les mesures sont effectuées et celle avec laquelle les températures s'équilibrent.

En ce qui concerne le cuivre, il peut être intéressant de savoir en combien de temps la température d'équilibre est atteinte.

Considérons une barre d'induit (*fig.* 9) et prenons un

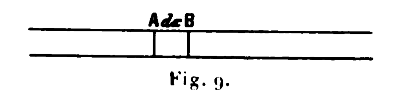


Fig. 9.

élément AB de longueur dx, la quantité de chaleur qui passe par la section A pendant le temps dt est égale à

$$-ks\frac{d\theta}{dx}dt;$$

celle qui passe en B est égale à

$$-ks\,d\frac{(\theta + d\theta)}{dx}dt,$$

et la différence entre les deux quantités de chaleur,

$$ks\frac{d^2\theta}{dx}dt$$

est égale à la quantité de chaleur utilisée pour l'échauffement du volume $s\,dx$ d'une quantité $d\theta$, en supposant nulle la perte par la surface.

12...

Appelons C la chaleur spécifique du métal, ρ sa densité; la quantité de chaleur utilisée à l'échauffement de l'élément de volume sera

$$C \rho s \, dx \, d\theta,$$

d'où

$$ks \frac{d^2\theta}{dx^2} = C s \rho \frac{d\theta}{dt}$$

ou

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} = \frac{C\rho}{k} \frac{d\theta}{dt} = \alpha \frac{d\theta}{dt},$$

en posant

$$\frac{C\rho}{k} = \alpha.$$

La solution de cette équation différentielle partielle du second ordre peut être obtenue à l'aide d'un développement en série d'après la formule de Fourier, et il viendra

$$\theta = f(x,t) = a_0 + a_1 \sin \frac{2\pi x}{l} + a_2 \sin \frac{4\pi x}{l} + a_3 \sin \frac{6\pi x}{l} + \ldots,$$

a_0, a_1, a_2, ... étant des termes fonction de t, qu'il s'agit de déterminer.

Pour qu'un terme tel que $a_n \sin \frac{n\pi x}{l}$ soit racine de l'équation

$$\frac{d^2\theta}{dx^2} = \alpha \frac{d\theta}{dt},$$

il faut qu'on ait

$$-a_n \frac{4n^2\pi^2}{l^2} = \alpha \frac{da_n}{dt},$$

d'où en intégrant

$$a_n = A_n e^{-\frac{4n^2\pi^2}{l^2}t} = A_n e^{-n^2\beta t},$$

en posant

$$\beta = \frac{4\pi^2}{\alpha l^2} = \frac{4k\pi^2}{C\rho l^2}.$$

A_1, ..., A_2 sont des constantes qu'il reste à déterminer.

Pour $t = 0$, le développement doit représenter la distribution de la température le long de la barre, définie par l'équation qui a été établie plus haut; la figure 6 montre cette distribution dans le cas le plus général; la température uniforme de la barre après un temps infini, et en supposant que la perte par la surface est nulle, est donnée par l'expression

$$\theta = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) \, dx.$$

En général la courbe représentant la température le long de la barre peut être considérée comme une droite, de sorte que la température moyenne est sensiblement la température du milieu de la barre; il suffira de faire le développement de l'équation de la droite en prenant le point A (*fig.* 10) comme origine on a

$$\theta = \frac{2T}{l} x = bx,$$

et il vient

$$\theta = b(a_0 + a_1 \sin x + a_2 \sin 2x + a_3 \sin 3x + \ldots + a_n \sin nx).$$

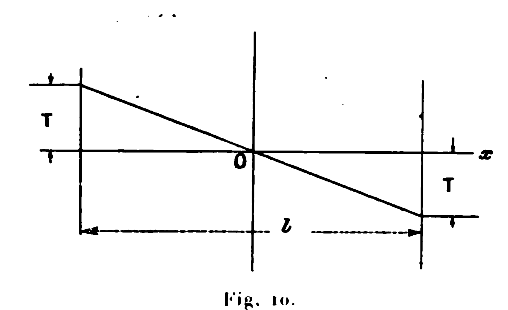


Fig. 10.

Les coefficients a_0, a_n sont déterminés à l'aide des équations de Fourier comme suit

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} f(x) \, dx = \frac{b}{2\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} x \, dx = 0,$$

$$a_n = \frac{b}{\pi} \int_{-\pi}^{+\pi} x \sin nx \, dx = -\frac{2b(-1)^n}{x},$$

pour

$$n = 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad \ldots,$$

$$a_n = 2b \quad -b \quad \frac{2}{3}b \quad -\frac{b}{2} \quad \ldots;$$

d'où, au temps zéro,

$$\theta = 2b\left(\sin x - \frac{1}{2}\sin 2x + \frac{1}{3}\sin 3x - \frac{1}{4}\sin 4x \ldots\right),$$

et à un instant quelconque

$$\theta = \frac{4T}{l}\left(e^{-\beta t} \sin \frac{2\pi x}{l} - \frac{1}{2} e^{-4\beta t} \sin \frac{4\pi x}{l} + \frac{1}{3} e^{-9\beta t} \sin \frac{6\pi x}{l} \cdots\right);$$

ce développement est égal à

$$\theta = e^{-\beta t} \frac{2T}{l} x,$$

ce qui simplifie pour les applications.

La quantité de chaleur qui passe d'une face à l'autre d'une plaque de cuivre de 1 cm d'épaisseur et par centimètre carré de cette surface peut être prise égale à une calorie; quand la différence de température entre les deux faces est égale à 1000° C., la valeur du coefficient peut donc être prise égale à 0,001.

La chaleur spécifique de cuivre est approximativement égale à 0,0001 et sa densité 10, c'est-à-dire qu'une calorie augmente la température de 1 cm³ de cuivre de 1000°.

Si nous examinons le cas d'une barre de 30 cm de longueur, le terme β deviendra

$$\beta = 0{,}001 \times \frac{10}{0{,}0001 \times 10 \times 900} = 0{,}011,$$

et la température de la barre variera en fonction du temps suivant la courbe (*fig.* 11) ci-dessous.

On voit qu'au bout de 3 minutes la température à l'extrémité de la barre diffère très peu de la température

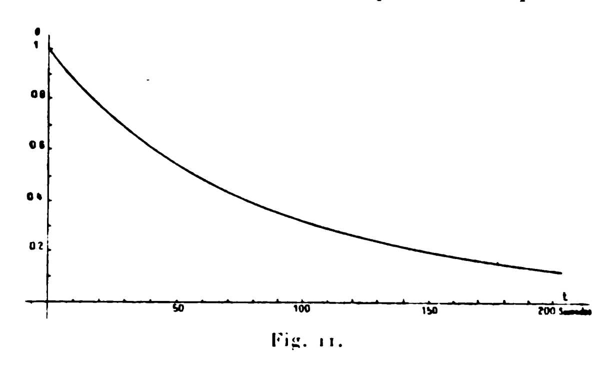


Fig. 11.

moyenne et que, après ce temps, on mesurera la température au repos, mais non la température réelle en fonctionnement normal, aussi bien pour la partie de la barre à l'intérieur du fer que pour la partie en dehors.

Dans un prochain article nous étudierons l'échauffement et le refroidissement des inducteurs.

E. BOULARDET.

USINES GÉNÉRATRICES.

Progrès des installations hydro-électriques en Norvège (¹).

La configuration physique de la Norvège est remarquablement favorable à l'existence d'un type de chute d'eau aisément utilisable pour les besoins de l'industrie. Près du bord de la mer, à l'Ouest comme au Sud-Est, s'élèvent de hautes chaînes de montagnes qui entraînent la précipitation d'énormes quantités d'humidité portée par les brises marines. L'eau, ainsi condensée, trouve sa voie vers les nombreuses vallées et fjords, et, comme les 97 pour 100 de la superficie de ce pays sont constitués par des montagnes, landes, lacs et marais, il est évident que ce flux d'eau représente une énorme quantité d'énergie hydraulique; la partie connue et de captation possible a été estimée à environ cinq à sept millions de chevaux, mais, d'après M. Scott-Hansen, ce chiffre serait largement dépassé. Le flux d'eau qui se dirige des hauteurs vers les vallées n'est cependant pas uniforme; le débit des rivières atteint un maximum de mai à juillet au moment où les neiges de l'hiver fondent sur les montagnes. Des réservoirs de régulation sont dès lors nécessaires, et, ici encore, la nature de la contrée se prête tout particulièrement à pareille régulation. Les lacs de montagnes, très nombreux, ont fréquemment des voies d'écoulement très étroites ce qui permet de les transformer à peu de frais en de parfaits réservoirs, qui, dans beaucoup de cas, accroissent de sept ou huit fois la puissance naturelle de la chute, ainsi qu'on le verra plus loin par des exemples. Une autre caractéristique favorable des chutes d'eau de Norvège est la concentration de puissances énormes en de nombreux centres, les puissances fournies par plusieurs chutes atteignant 50000 à 100000 chevaux. Si l'on ajoute que cette énergie peut être fournie à un prix variant de 28 fr à 56 fr le cheval-an effectif (dans certain cas ce prix ne dépasse pas 19 fr ou 20 fr), il est évident que ce sont là des conditions idéales pour l'établissement de grandes industries électrochimiques et électrométallurgiques. Les ingénieurs norvégiens n'ont d'ailleurs pas attendu longtemps pour mettre à profit ces ressources de leur pays; l'auteur, qui a pris une part active à la création et à la rapide évolution des usines utilisant la « houille blanche » norvégienne, estime qu'il ne s'agit là de rien moins que d'une révolution industrielle, révolution qui amènera inévitablement un déplacement très marqué vers le nord du centre de gravité de l'Europe industrielle. Beaucoup parmi les nouvelles industries ont déjà atteint un état de développement avancé. Les procédés pour la fabrication des nitrates en partant de l'air atmosphérique, utiliseront incessamment 180000 chevaux, chiffre qu'on espère voir s'élever à 300000 d'ici peu d'années; 60000 chevaux sont déjà employés dans la fabrication du carbure de calcium. Les autres industries électrochimiques et électrométallurgiques absorbent quelque 20000 chevaux et ce total sera doublé en très peu de temps, si l'on tient compte qu'on installe actuellement, à Hardanger, Arendal et Tinfors, des usines pour affinage électrique du fer et de l'acier d'une puissance globale de 16000 chevaux; on envisage en outre la création vraisemblablement prochaine d'usines pour le traitement électrique des minerais de cuivre, de nickel et de zinc, aussi bien que pour le raffinage électrolytique du cuivre.

L'auteur décrit avec quelque détail les diverses usines génératrices autour desquelles ces industries ont pris naissance; comme beaucoup de ces usines possèdent des caractéristiques d'un intérêt technique considérable, une revue succincte des diverses installations en service peut être de quelque utilité.

Sur le fleuve Glommen, le plus important de Norvège, qui descend de la frontière Est et se jette dans la mer près de Christiania, trois chutes ont été utilisées. La plus haute chute, celle de Kikkelsrud, appartenant à Schuckert et Cie, fournit environ 40000 chevaux; dont 10000 sont transmis à Christiania, située à 50 km, à la tension de 60000 volts, et le reste à Sarpsborg près de l'embouchure du fleuve. L'eau, dont le débit même en hiver atteint 220 mètres cubes par seconde, est conduite par un canal creusé dans le roc, de la partie haute de la chute à l'usine, située en contre-bas; cette dernière comprend cinq alternateurs débitant du courant triphasé à 50 périodes. Les turbines sont construites avec axes verticaux à cause de la différence de niveau entre les hautes et les basses eaux. A Sarpsborg se trouve la chute la moins haute du Glommen; il y a ici deux usines génératrices; celle d'Hafslund, qui fournit 24000 chevaux pour la fabrication du carbure et la métallurgie du zinc, et celle de Borregaard dont les 26000 chevaux sont utilisés par la Société des

(¹) Résumé d'une conférence faite par l'ingénieur norvégien A. SCOTT-HANSEN, en mai dernier, à la Society Faraday de Londres sur « Les installations hydro-électriques en Norvège et leur application aux industries électrochimiques et métallurgiques » (*Electrical Review*, t. LXVIII, 26 mai 1911).

pâtes à papier Kellner Partington qui fabrique la pâte à papier, la cellulose, le carbure de calcium et le ferro-silicium, et à qui appartiennent les plus vastes usines de Norvège.

A Varuma, la chute intermédiaire du Glommen, on construit en ce moment une grande usine génératrice, qui, une fois terminée, sera l'une des plus importantes d'Europe, sa puissance devant atteindre 70000 à 80000 chevaux. Les difficultés de construction de cette usine sont très grandes, car les opérations de déblayage, creusement, etc. doivent être entreprises en hiver, lorsque la rivière peut couler par un seul des deux canaux entre lesquels on a divisé son cours. Une autre difficulté résulte du flottage des bois, très important sur le Glommen, et qu'on ne peut songer à interrompre. Le barrage une fois terminé aura une hauteur de 27,50 m et l'usine, contenant 10 ou 12 unités génératrices de 7000 chevaux, sera au centre de la rivière, immédiatement en dessous du barrage.

Parmi les usines d'importance moindre situées sur la côte méridionale se trouvent les usines électrosidérurgiques d'Arendal, dont il a été question plus haut, les usines à nitrates d'expérimentation de la Badische Analin und Soda Fabrik, à Christiansand, et les usines à nickel et aluminium près de la même ville; l'usine à nickel produit annuellement 400 tonnes de nickel pur. A Gjössingfjord, M. Albert Hiorth possède une petite usine sidérurgique d'expérimentation, pendant qu'à Vadheim, sur la côte Ouest, se trouve une usine à sodium, et à Trondhjem, plus au Nord, les usines de carbure, ferro-titanium et ferro-chrome de Meraker.

Le second des grands centres de production d'énergie se trouve dans le district de Télémarken, à 130 km ou 145 km à l'est de Christiania. C'est ici que se trouve l'usine de Svälgfos, qui fournit 40000 chevaux aux usines bien connues de Notodden où les nitrates de chaux, de soude et d'ammoniaque sont extraits de l'air par le procédé Birkeland-Eyde. A Svälgfos, le fleuve coule en pente rapide entre des rochers à pic, et, bien que son débit soit relativement faible, environ 75 m³ par seconde, la hauteur de chute effective est d'environ 50 m. Du côté haut de la chute, la largeur de la rivière n'est que de quelques mètres, et le barrage construit à cet endroit a élevé d'environ 14 m le niveau primitif de l'eau. Un large tunnel conduit l'eau à un réservoir d'où elle se rend, par quatre conduits traversant le roc, aux turbines situées en dessous dans une station génératrice bâtie contre le mur, presque perpendiculaire, du rocher. Les quatre génératrices triphasées, de 10000 à 13000 chevaux, sont parmi les plus puissantes du monde (¹). Le courant triphasé à 50 périodes, 10000 volts, qu'elles débitent est envoyé à Notodden, à 4 km de là, sans transformation. A la suite de travaux de barrage effectués sur les grands lacs qui alimentent la rivière à cet endroit, le débit d'eau sera d'ici peu considérablement accru, et ce supplément sera utilisé dans une nouvelle usine génératrice actuellement en cours de construction.

(¹) *Voir* le dessin et la description de ces génératrices dans *La Revue électrique* du 24 février 1911, p. 171-172 (*Les Usines hydro-électriques de la Suède*). (N. d. T.)

Une autre importante usine génératrice du même district est celle que l'on construit maintenant à Tienfoss plus en aval du fleuve. Un barrage de 17 m de hauteur a été construit en travers du fleuve et l'usine génératrice, située immédiatement en dessous, pourra produire 20000 chevaux qu'on a l'intention d'utiliser également dans les usines à salpêtre de Notodden. Il est évident que l'industrie des nitrates artificiels est une de celles dont l'évolution s'effectue par bonds, et il semble certain que cette industrie deviendra dans l'avenir une des plus grandes du monde.

L'usine génératrice de Tinfoss, également située à Notodden, produira 15000 chevaux qui seront principalement utilisés pour la fusion du fer et de l'acier.

La grande chute de Rjukanfoss, qui doit son nom au nuage d'écume qui s'élève du ravin où la rivière se précipite, se trouve également dans le district de Télémarken; deux grandes usines y sont actuellement en cours de construction, chacune de 140000 chevaux, les plus importantes du monde. Le barrage Mösvand, au-dessus de cette chute, fournit un réservoir d'environ 850 millions de mètres cubes d'eau, quantité guère moindre que celle retenue par le fameux barrage d'Assuan sur le Nil; la construction de ce réservoir, qui n'a coûté que 2125000 fr, a porté la puissance hydraulique disponible de 30000 chevaux à 250000 chevaux. La construction du grand barrage en béton situé à 900 m au-dessus du niveau de la mer, fut accompagnée de très grandes difficultés, tous les matériaux devant être transportés par tombereaux, chalands et finalement par traîneaux jusqu'à ces régions sauvages. Le canal de prise d'eau de l'usine génératrice est pourvu d'un autre barrage situé à 8 km de celui de Mösvand. De ce barrage, un tunnel de 4 km de longueur conduit l'eau à un réservoir entièrement creusé dans le roc et, de là, l'eau descend, par 10 grosses conduites de 1,50 m de diamètre construites dans le flanc de la montagne, jusqu'à la station située en bas dans un enfoncement du rocher. Un autre tunnel, de 5 km de longueur, amène l'eau au sommet d'une seconde chute de 300 m, au pied de laquelle est construite la seconde station de 140000 chevaux. Les conduites sont soumises à une pression qui atteint 30 atm et leur partie basse a dû être construite en tôles d'acier soudées de 25,4 mm d'épaisseur. L'énergie est transmise de Rjukanfoss à Saaheim par 60 fils de cuivre et d'aluminium et sera pareillement utilisée dans la fabrication des produits azotés. Le vaste plan que nous venons à peine d'esquisser a été conçu par M. Samuel Eyde, l'éminent ingénieur dont le nom a été associé depuis les débuts à celui du professeur Birkeland dans les travaux de fabrication des nitrates; il a été mis en exécution par la firme German Badische et par la Compagnie norvégienne hydro-électrique de l'Azote.

La dernière usine importante décrite par l'auteur est celle située aux chutes de Tysse, sur la côte sud-ouest de Norvège, au-dessus du fjord Hardanger, si apprécié des touristes. Le bassin de prise de la rivière Tysse consiste en plusieurs lacs qui se déversent eux-mêmes dans le lac Ringedalsvand, de sorte qu'on a pu réaliser une régulation idéale du débit, d'une part en élevant par un barrage le niveau du Ringedalsvand et portant ainsi



de 4000 chevaux à 50000 chevaux la puissance minimum disponible, d'autre part en abaissant ce même niveau au moyen d'une voie d'écoulement artificielle. La prise se fait dans deux petits lacs situés en dessous du Ringedalsvand où l'eau est conduite par un tunnel de 3200 m de longueur, et descend ensuite par des conduites de 700 m de longueur jusqu'à la station située au pied du fjord. La construction du tunnel à 400 m au-dessus du fjord et la pose des conduites présentèrent de très grandes difficultés; ces travaux furent cependant exécutés sans accident entraînant mort d'homme. L'usine de Tysse comprend sept unités génératrices chacune de 4500 chevaux actionnées par roues Pelton. Les lignes et les génératrices ont été construites en Suède. L'énergie électrique est transmise par câble passant dans un tunnel à travers les rochers, jusqu'à Odda, à la tension de 120000 volts et est utilisée à cet endroit par les usines à carbure réunies d'Alby, société anonyme, et par les usines à cyanamide de la Société anonyme de Cyanamide du Nord-Ouest. Une partie de l'énergie sera également utilisée incessamment par les usines électrosidérurgiques de Hardanger. Comme la puissance de l'usine génératrice de Tysse pourra être éventuellement portée à 100000 chevaux, on peut prévoir un champ encore plus large d'utilisation, soit dans la métallurgie du zinc, soit dans celle de l'acier.

En terminant, M. Scott-Hansen insiste avec une fierté légitime sur le fait que ce grand développement des installations hydro-électriques s'est produit sans porter atteinte à la puissante beauté des sites pour lesquels son pays est si renommé. En outre la construction et l'exploitation de toutes ces usines ont fourni un emploi utile, dans un milieu idéal, à des milliers de ses compatriotes qui auraient dû sans cela s'expatrier.

G. S.

Statistique des usines d'électricité suisses pour 1909.

L'Union des Électriciens suisses vient de publier une statistique détaillée de toutes les entreprises d'électricité existant en Suisse en 1909, soit quelles produisent l'énergie électrique pour la distribuer elles-mêmes ou la vendre en bloc, soit qu'elles se bornent à distribuer directement ou après transformation l'énergie que leur fournissent d'autres entreprises. Nous extrayons de cette statistique les renseignements suivants :

	1908.	1909.
Nombre total des entreprises	636	675
Entreprises produisant elles-mêmes l'énergie électrique	235	228
Entreprises recevant en partie l'énergie	57	64
Entreprises recevant toute leur énergie du dehors	344	383

Sur 176 entreprises produisant elles-mêmes leur énergie et pour lesquelles les données statistiques sont complètes, 90 (soit 51,1 pour 100) n'ont que des moteurs hydrauliques, 66 (soit 37,6 pour 100) ont des moteurs thermiques et hydrauliques, 5 (soit 2,8 pour 100) n'ont que des moteurs à vapeur, 13 (soit 7,4 pour 100) n'ont que des moteurs à combustion interne; enfin 2 (soit 1,1 pour 100) ont à la fois des moteurs à vapeur et des moteurs à combustion interne.

La puissance des entreprises dont toute l'énergie est fournie par des chutes d'eau est de 111426 kw; celle des usines mixtes thermiques et hydrauliques de 156612 kw; celle des usines exclusivement thermiques de 6792 kw.

La dépense moyenne d'installation est de 1244 fr par kilowatt, dont 670 pour l'installation motrice et 574 pour la partie électrique. La dépense moyenne par kilowatt de l'installation motrice est de 536 fr pour les usines hydrauliques, 724 fr pour les usines mixtes thermiques et hydrauliques, 855 pour les usines à vapeur, 1020 fr pour les usines à moteurs à gaz. La dépense totale maximum a été de 2495 fr par kilowatt pour entreprise de moins de 100 kw; la dépense minimum, de 954 fr pour des entreprises de 10000 à 15000 kw.

Sur ces 176 entreprises, 50 fournissent exclusivement du courant continu, 91 du courant alternatif et 35 les deux espèces de courant. La fréquence des courants alternatifs est le plus généralement de 50 p : sec (dans 68 pour 100 des usines), mais on rencontre aussi d'autres fréquences comprises entre 33,5 et 70 p : sec. Les accumulateurs sont utilisés dans 77 entreprises qui possèdent 97 batteries d'une capacité de 21554 kw-h.

La longueur des lignes primaires de 171 entreprises pour lesquelles on possède des données complètes est de 6675 km; la ligne la plus longue est celle de Kander-Hagnek de 715 km.

FORCE MOTRICE.

Résultats d'essais d'une chaudière chauffée au lignite.

Le *Bulletin de la Société d'Encouragement* d'avril dernier donne, d'après le bulletin n° 2 de 1911 du Bureau of Mines de Washington, un compte rendu des essais effectués par MM. Randal et Kreisinger sur les chaudières à tubes d'eau Stirling installées à Williston, nord Dakota, dans une région ou le lignite est très abondant.

Les figures 1 et 2 donnent les coupes longitudinale et transversale de l'une des 6 chaudières que possède l'installation.

Le foyer est du type en briques réfractaires semi-gazogène, avec grille à secousse à 530 mm au-dessous du seuil de la porte, de manière à permettre de marcher en couches épaisses et en voyant le feu. Le liquide brûle incomplètement sur la grille et ses gaz achèvent de se brûler dans la chambre de combustion avec un complément d'air amené par les conduites de l'autel, et forcé au travers d'un réchauffeur à l'entrée de la cheminée à des températures de 100° à 150°. Le foyer est entouré d'une enveloppe à couche d'air communiquant avec son intérieur par un cercle de trous, et où la flamme pénètre dès que l'intensité de la combustion dépasse 120 kg par mètre carré de grille et par heure. Les barreaux de la grille sont supportés par des tubes de 50 mm de diamètre, traversés par une circulation d'air qui les rafraîchit afin d'atténuer l'adhérence des scories. Cet air, soufflé par un ventilateur dans un collecteur F, traverse ces barreaux et en revient par G au puits T, d'où il est soufflé au cendrier par des jets de vapeur sous une pression de

12....



25 à 50 mm d'eau, tandis que la pression de l'air en F et G ne dépasse pas 13 à 25 mm, de sorte qu'il ne peut passer directement des grilles au cendrier.

On marche en tirage équilibré, c'est-à-dire avec, au cendrier, une pression supérieure à celle de l'atmosphère et, à la cheminée, une pression un peu moindre, de sorte que le foyer est presque à la pression de l'atmosphère et qu'on peut en ouvrir les portes sans y laisser entrer d'air. Les souffleurs Argand du cendrier sont alimentés de vapeur fournie par un petit surchauffeur à l'avant des chaudières. Le lignite employé tenait, en moyenne, 40 pour 100 d'eau et 7 à 8 pour 100 de cendres, et se brûlait sur des épaisseurs variant de 460 mm à 560 mm. La mise en train se faisait avec un feu de bois, et il fallait plusieurs heures pour arriver au régime de marche normal au lignite. A la fin des essais, il restait sur les grilles

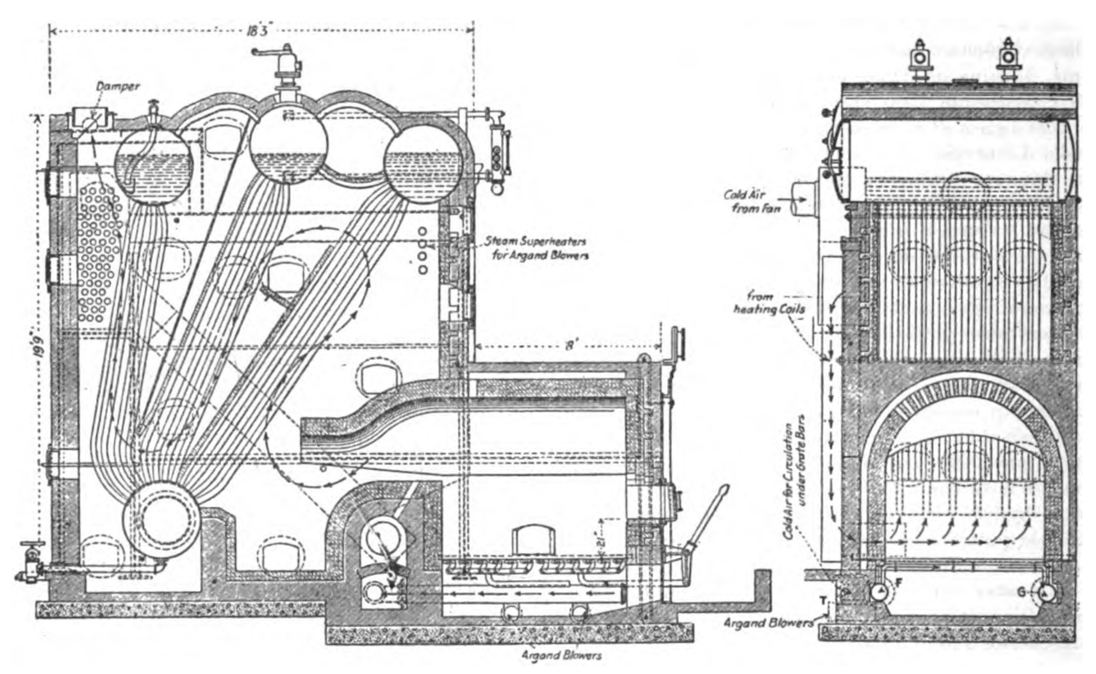


Fig. 1.

Fig. 2.

quelques centaines de livres de scories très tenaces, impossibles à enlever complètement en une ou deux heures, de sorte que l'estimation de ces scories n'est qu'approximative. La vapeur des souffleurs était fournie par une petite chaudière dont on mesurait la dépense d'eau. L'analyse des gaz des foyers se faisait à l'appareil d'Orsat.

Ne pouvant reproduire ici les diverses courbes et les Tableaux indiquant les résultats des essais, nous nous bornerons à reproduire les conclusions que MM. Randal et Kreisinger en ont tirées.

« En résumé, ce foyer a donné, avec ce lignite très humide, des résultats satisfaisants. On atteint facilement la vaporisation garantie, avec une utilisation de 58 pour 100 de la chaleur du combustible. Les jets de vapeur sont inefficaces; on obtiendrait les mêmes résultats avec une grande économie de vapeur, en les remplaçant par des ventilateurs. Malgré le rafraîchissement des grilles et la lenteur de la combustion; les scories, très fusibles, empâtent fortement la grille; il y aurait intérêt à munir l'avant de la chaudière de portes de décrassage spéciales assez basses pour permettre le ringardage au crochet pendant 15 à 20 minutes, toutes les 9 à 18 heures.

» La conduite de ces foyers semi-gazogènes est délicate, La moindre variation dans la pression de l'air injecté au pont ou dans le cendrier, le moindre changement dans la couche de combustible sur la grille, suffisent pour augmenter considérablement la teneur des gaz en oxyde de carbone, qu'il faut combattre par une augmentation de la pression du vent du pont ou une diminution de la pression au cendrier. Si l'analyse des gaz indique un excès d'oxygène et pas assez d'acide carbonique, il faut, inversement, diminuer le débit de l'air au pont et augmenter la pression au cendrier. Lorsque la charge de la chaudière augmente, il faut augmenter ces deux pressions, sans qu'on puisse en préciser l'effet en raison des résistances très variables opposées au passage de l'air par le combustible et ses scories.»

TRANSMISSION ET DISTRIBUTION.

RÉSEAUX.

Les distributions publiques hydro-électriques du bassin de la Loire.

J'ai exposé dans *La Revue électrique* du 12 mai dernier, à l'occasion des tableaux supplémentaires des distributions publiques hydro-électriques du bassin du Rhône, la méthode qui m'a conduit à atteindre un résultat complet me permettant de donner par la suite un *Lexique des meilleures rivières* de ce bassin, avec, cette fois-ci, une certaine exactitude et actualité, des distributions situées sur les cours d'eau qu'elles utilisent.

Je rappelais encore les deux Lexiques déjà parus ici (bassins de la Loire et de la Seine), sans cacher toutefois que, ceux-ci n'ayant pas été précédés de tableaux détaillés et complétés, pouvaient contenir quelques erreurs et surtout devaient nécessairement présenter de nombreuses lacunes pour les installations électriques postérieures à 1906.

Je révélais enfin que ces revisions complémentaires par l'Administration avaient été motivées, la première fois, pour une carte murale exposée à Bruxelles en 1910 et dont il a aussi été question le 12 mai (¹). On avait employé, dans ce but, les premiers tableaux des distributions du bassin de la Loire parus comme annexe dans la deuxième édition de mon Ouvrage *La Houille verte*, tableaux qui, eux-mêmes, découlaient du premier Lexique des rivières paru ici.

L'Exposition de Bruxelles terminée, il m'est possible actuellement de divulguer les renseignements recueillis à cette occasion et même d'apprendre au lecteur que le bassin de la Garonne, dont les premiers tableaux parurent ici le 10 mars, p. 215, a eu la même bonne fortune. Complétés aussitôt parus, ils m'ont servi à dresser une carte à l'échelle de $\frac{1}{300000}$, qui figure présentement à l'Exposition internationale de Turin parmi les objets exposés par la Direction de l'Hydraulique agricole. Le résultat de cette rapide enquête complémentaire est des plus suggestif : le total précédent 157, augmenté de 94 nouvelles distributions, passe ainsi à 251!

Dans le cas présent, pour le bassin de la Loire, l'augmentation entre les deux enquêtes est de 30, pour atteindre 114 distributions : c'est satisfaisant pour ce bassin au relief peu accidenté. J'ai maintenu dans le diagramme par périodes quinquennales l'ancien total de 87, et la répartition des 30 nouvelles installations entre les six périodes permet de constater que, si les lacunes étaient assez peu nombreuses avant 1906, les progrès de la cause hydro-électrique sont importants depuis quatre années.

Mon Ouvrage dont il vient d'être question contenait, pour le bassin de la Seine, des tableaux annexes semblables à ceux de la Loire, et ceux-ci furent complétés en 1910 par l'Administration en même temps que ceux du Rhône; cet ensemble, absolument inédit, va encore être donné ici dans le courant de cet été.

(¹) Cette carte, avec l'autorisation de l'Administration, a été offerte à la Société de la Loire navigable et figure dans la salle des réunions hebdomadaires des Comités, où elle est appelée, m'écrit-on, à rendre des services courants.

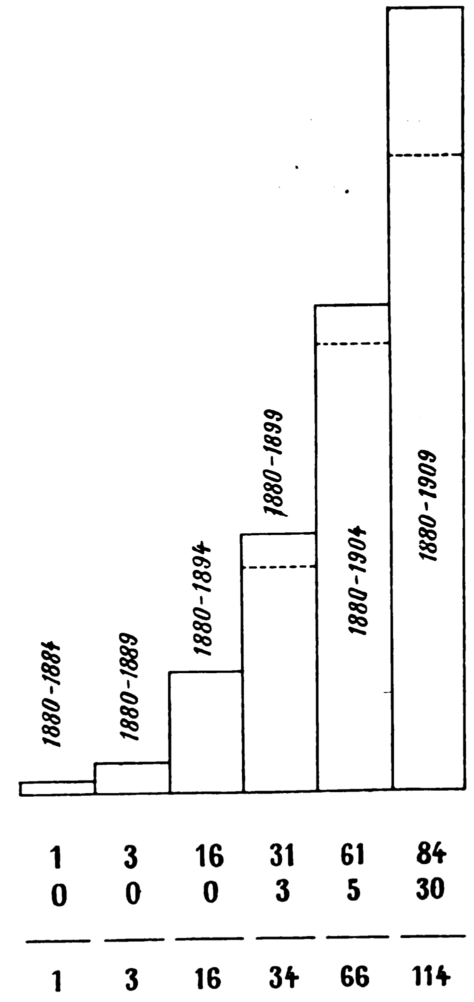


Diagramme chronologique des distributions publiques hydro-électriques du bassin de la Loire.

Lorsque l'Exposition de Turin aura fermé ses portes, dès cet automne, les tableaux complémentaires et tout aussi inédits du bassin de la Garonne pourront voir le jour et nous serons arrivés ainsi à un ensemble complet et garanti des distributions publiques hydro-électriques des quatre grands bassins fluviaux de la France entre les dates de 1909 et 1911.

Alors les Lexiques des meilleures rivières des bassins du Rhône et de la Garonne pourront être établis sans hésitation pour les distributions publiques.

Henri BRESSON.



USINES.	POPULATION.	QUALIFICATIF administratif.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies.	DISTANCE maximum du transport.	TENSION primaire.	TENSION distribution.	ANNÉE de l'équipement électrique.	COURS D'EAU.	HAUTEUR de la chute.	PUISSANCE hydraulique.	PUISSANCE thermique.	ACCUMULATEURS.
1.	2.	3.		4.	5.	6.		7.	8.	9.	10.	11.	12.
Département de l'Allier.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Argenty	»	(¹)	Montluçon.	20	65 km	20000 v	110 v	1909	Cher.	45 m	6000 ch	1500 ch	»
Usines locales.													
Chavroches	870	comm.	Lapalisse.	»	0,500	»	110	1896	Besbre.	1,75	30	»	»
Ebreuil	2118	ch. l. cant.	Gannat.	»	3	3000	120	1908	Sioule.	2,20	60	»	»
Marcillat	2063	ch. l. cant.	Montluçon.	»	0,800	»	150	1908	Ronnet ou Tartasse.	3,50	8	6	»
Département du Cantal.													
Usines locales.													
Allanche	1996	ch. l. cant.	Murat.	»	1,500	»	120	1891	Allanche.	5	24	35	accus
Massiac	1974	ch. l. cant.	Saint-Flour.	»	2,700	»	110	1893	Allagnon.	2,50	12	»	»
Molompize	848	comm.	Saint-Flour.	»	1,700	»	150	1906	Allagnon.	3,40	8	»	»
Département de la Charente.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Pilas	»	(²)	Confolens.	2	7	8000	220	1901	Vienne.	1,40	130	70	»
Département du Cher.													
Usines locales.													
Jouet-sur-l'Aubois	2064	comm.	Saint-Amand.	»	1	»	110	1908	Aubois.	1,30	9	»	»
Lignières	2833	ch. l. cant.	Saint-Amand.	»	2,400	2000	110	1899	Arnon.	2	30	35	»
Département de la Creuse.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Bénévent-l'Abbaye	»	ch. l. cant.	Bourganeuf.	2	11,500	4000	120	1906	Gartempe.	3,92	60	»	»
Chambon-sur-Voueïze	»	ch. l. cant.	Boussac.	4	14,100	7500	120	1906	Tardes.	9,80	120	»	»
Saint-Étienne-de-Fursac	»	comm.	Guéret.	2	0,800	180	100	1903	Gartempe.	1,90	30	»	»
Usines locales.													
Aubusson	7067	ch. l. arr.	»	»	1	»	120	1897	Creuse.	4,25	50	»	»
Bourganeuf	3524	ch. l. arr.	»	»	15	8000	120	1888	Maude.	29	150	»	»
La Celle-Dunoise	1666	comm.	Guéret.	»	»	»	120	1905	Creuse.	1,80	30	»	»
Felletin	3206	ch. l. cant.	Aubusson.	»	1,250	»	110	1903	Creuse.	1,70	40	32	»
Guéret	8083	ch. l. dép.	»	»	11	6000	150	1892	Creuse.	8	200	150	»
Département d'Eure-et-Loir.													
Usines locales.													
Souancé	855	comm.	Nogent-le-Rotrou.	»	0,600	»	110	1905	Rhône.	3,60	3	»	»
Département de l'Indre.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Saint-Gaultier	»	ch. l. cant.	Le Blanc.	2	0,300	»	120	1903	Creuse.	2,01	90	»	»
La Roche-Bat-l'Aigne	»	(³)	La Châtre.	4	9,500	5000	120	1906	Creuse.	4,48	300	120	»

(¹) Commune de Teillet et Mazirat. — (²) Commune d'Etagnac. — (³) Commune du Pin.

USINES. 1.	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution. 6.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12.
Département de l'Indre (*suite*).													
Usines locales.													
La Vernelle	873	comm.	Châteauroux.	»	km »	»	v 120	1906	Fouzon.	m 0,90	ch 15	ch 20	»
Département de l'Indre-et-Loire.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Athée	»	comm.	Tours.	3	4	3000	120	1902	Cher.	1,30	35	18	»
Usines locales.													
Azay-le-Rideau	2318	ch. l. cant.	Chinon.	»	0,600	»	110	1896	Indre.	0,80	20	14	»
Genillé	2092	comm.	Loches.	»	1	»	120	1909	Marolles.	3,82	8	5	»
Monts	1430	comm.	Tours.	»	2,500	»	220	1905	Indre.	0,50	10	»	accus
Département de la Loire.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Boën-sur-Lignon	»	ch. l. cant.	Montbrison.	2	3	2200	110	1893	Lignon du Nord.	3	50	50	»
Chisonnet	»	comm.	Roanne.	2	18	10000	190	1908	Aix.	30	360	»	»
Saint-Victor-sur-Loire (1).	»	comm.	Saint-Étienne.	»	25	5200	220	1892	Loire (canal de Forez.)	7	900	600	»
Usines locales.													
Saint-Genest-Malifaux	2763	ch. l. cant.	Saint-Étienne.	»	1,200	3600	190	1897	Cemaine.	8	30	60	»
Saint-Just-en-Chevalet	2742	ch. l. cant	Roanne.	»	4	2500	110	1898	Aix.	5,80	30	»	»
Sury-le-Comtal	2772	comm.	Montbrison.	»	»	240	110	1901	Marc.	4	18	30	»
Usson-en-Forez	2929	comm.	Montbrison.	»	6	3000	110	1904	Ance.	8	100	75	»
Département de la Haute-Loire.													
Usines alimentant plusieurs localites.													
Brives-Charensac	»	comm.	Le Puy.	5	7,200	3000	120	1896	Loire.	5,50	400	150	accus
Château-de-Lignon	»	»	»	»	»	»	»	1906	Lignon du Sud.	10	200	200	»
Craponne-sur-Arzon	»	ch. l. cant.	Le Puy.	2	6	4000	120	1903	Ance.	8,50	100	55	»
Montfaucon-du-Velay (2)	»	ch. l. cant.	Yssingeaux.	2	6,500	3000	110	1902	Dunières.	6	90	80	»
Pont-de-Lignon	(3)	comm.	Yssingeaux.	»	50	5200	200	1906	Lignon du Sud.	40	4240	»	»
Vals-près-Le Puy	»	comm.	Le Puy.	3	6	3000	120	1895	Delaison.	33	80	»	»
Yssingeaux	»	ch. l. arr.	»	3	6	5000	190	1902	Lignon du Sud.	17,40	440	100	»
Usines locales.													
Le Chambon-de-Tence	2670	comm.	Yssingeaux.	»	0,200	»	120	1906	Lignon du Sud.	4,60	15	»	»
Langeac	4955	ch. l. cant.	Brioude.	»	»	»	120	1907	Allier.	2	60	110	»
Lempdes	1726	ch. l. cant.	Brioude.	»	1,500	5000	120	1907	Allagnon.	5,25	60	»	»
Paulhaguet	1641	(4)	Brioude.	»	7	3000	190	1907	Sénouire.	11	25	»	»
Pont-Salomon	1313	comm.	Yssingeaux.	»	2,500	3000	110	1902	Cemaine.	13	60	»	»
Retournac	3230	comm.	Yssingeaux.	»	1,100	3000	190	1904	Loire.	2,70	40	»	»
Riotord	2835	comm.	Yssingeaux.	»	2,500	3600	120	1903	Dunières.	26	50	»	»
Sainte-Florine	2343	comm.	Brioude.	»	3,500	4000	120	1905	Allagnon.	2,10	35	45	»
Saugues	2924	ch. l. cant.	Le Puy.	»	4,400	3000	120	1895	Seuge.	59	55	»	»
Tenec	4920	ch. l. cant.	Yssingeaux.	»	1	»	120	1897	Lignon du Sud.	5	28	»	»

(1) En parallèle avec Pont-de-Lignon. — (2) Commune de Dunières. — (3) En parallèle avec Saint-Victor-sur-Loire. — (4) Commune de Saint-Étienne-d'Allègre.

USINES. 1.	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution. 6.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12.

Département de la Loire-Inférieure.

Usines alimentant plusieurs localités.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
					km	v	v			m	ch	ch	
St-Philibert-de-Grandlieu	»	ch. l. cant.	Nantes.	2	5,500	2000	110	1905	Boulogne.	3	12	10	»

Usines locales.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Clisson	2820	ch. l. cant.	Nantes.	»	1,500	»	110	1894	Sèvre-Nantaise.	1,25	30	30	accus

Département de Loir-et Cher.

Usines alimentant plusieurs localités.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Selles-sur-Cher	»	ch. l. cant.	Romorantin.	3	34	5000	110	1906	Sauldre.	1,30	56	140	»
Villiers	»	comm.	Vendôme.	2	2,400	»	220	1909	Loir.	0,90	25	»	accus

Usines locales.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Savigny-sur-Braye	900	ch. l. cant.	Vendôme.	»	2	»	110	1909	Braye.	2	26	»	accus

Département de Maine-et-Loire.

Usines alimentant plusieurs localités.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Bré	»	ch. l. cant.	Baugé.	2	20,700	6000	110	1909	Loir.	1,10	60	60	»
Brissarthe	»	comm.	Segré.	4	11,100	3000	110	1909	Sarthe.	1,30	70	70	»
Soucelles	»	comm.	Angers.	2	2,400	»	110	1909	Loir.	0,70	40	20	»

Département de la Mayenne.

Usines locales.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Andouillé	2444	comm.	Laval.	»	0,700	»	130	1891	Ernée.	1,65	13	»	»
Gorron	2251	ch. l. cant.	Mayenne.	»	»	»	120	1901	Colmont.	1,20	8	31	accus
Lassay	2245	ch. l. cant.	Mayenne.	»	1,600	»	120	1908	Lassay.	4,30	5	25	accus

Département de la Nièvre.

Usines locales.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Cercy-la-Tour	2443	comm.	Nevers.	»	3	2000	105	1898	Alène.	1,55	16	25	»

Département de l'Orne.

Usines locales.

Usines	Population	Qualificatif	Arrondissement	Nombre	Distance	Tension primaire	Tension distribution	Année	Cours d'eau	Hauteur	Puissance hydraulique	Puissance thermique	Accumulateurs
Bretoncelles	1604	comm.	Mortagne.	»	1,400	»	220	1909	Corbionne.	2	12	12	accus
Céton	2758	comm.	Mortagne.	»	0,700	»	110	1908	Céton.	2,80	5	5	accus
										2,88	20	12	»
Domfront	4801	ch. l. arr.	»	»	»	»	125	1880	Varenne.	1,90	27	»	»
										2,13	9	6	accus
Mauves-sur-Huisne	931	comm.	Mortagne.	»	»	»	110	1904	Huisne.	2	17	»	accus
Moulins-la-Marche	1022	ch. l. cant.	Mortagne.	»	1,800	»	220	1905	Sarthe.	4,80	7	7	accus
Préaux	987	comm.	Mortagne.	»	2,100	»	110	1908	Erre.	3,60	4	4	accus
Rémalard	1571	comm.	Mortagne.	»	2	»	220	1904	Huisne.	1,60	27	»	accus
St-Germain-de-la-Coudre	1417	comm.	Mortagne.	»	0,800	»	110	1907	Coudre.	2,31	5	5	accus
Le Theil-sur-Huisne	1002	comm.	Mortagne.	»	»	»	110	1902	Huisne.	2,70	180	250	»



Usines.	Population.	Qualificatif administratif.	Arrondissement.	Nombre de localités desservies.	Distance maximum du transport.	Tension primaire.	Tension distribution.	Année de l'équipement électrique.	Cours d'eau.	Hauteur de la chute.	Puissance hydraulique.	Puissance thermique.	Accumulateurs.
1	2.	3.		4.	5.	6.		7.	8.	9.	10.	11.	12.
Département du Puy-de-Dôme.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
					km	v	v			m	ch	ch	
Gourdol	»	(1)	Thiers.	7	20	3200	120	1901	Crédogne.	4	10	4	»
Saint-Nectaire	»	comm.	Issoire.	5	30	9000	110	1905	Couze de Cham.	50	450	»	»
Sauviat	»	»	Thiers.	22	70	20000	130	1904	Dore et Miodex.	30	4800	1200	»
Sioule	»	(2)	Riom.	25	65	20000	120	1904	Sioule.	24	6000	3000	»
Usines locales.													
Ardes-sur-Couze	1431	ch. l. cant.	Issoire.	»	1	»	120	1890	Couze d'Ardes.	7	25	10	»
Arlanc	3247	ch. l. cant.	Ambert.	»	2,400	2500	115	1903	Dolore.	8,40	33	28	»
Besse-en-Chandesse	1743	ch. l. cant.	Issoire.	»	0,500	»	130	1893	Couze de Pavin.	6	20	»	»
Courpière	3665	ch. l. cant.	Thiers.	»	0,500	»	150	1899	Dore.	1,60	20	(3)	»
Olliergues (4)	1737	ch. l. cant.	Ambert.	»	»	»	115	1905	Dore.	2	8	»	»
Pontaumur	1011	ch l. cant.	Riom.	»	1,500	»	120	1905	Sioulet.	3	15	»	»
Saint-Amand-Tallende	1426	ch. l. cant	Clermont-Ferrand.	»	0,300	»	120	1907	Veyre.	4	7	»	»
Sauxillanges	1848	ch. l. cant.	Issoire.	»	»	»	135	1898	Eau Mère.	3	25	»	»
Veyre	1619	ch. l. cant.	Clermont-Ferrand.	»	»	»	120	1897	Veyre.	1,30	12	10	»
Département du Rhône.													
Usines locales.													
Amplepuis	7097	ch. l. cant.	Villefranche.	»	3	»	120	1891	Rhins.	4,25	15	75	accus
Département de Saône-et-Loire.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Gothard	»	5	Charolles.	3	13	10000	200	1902	Sornin.	4,50	20	100	»
Département de la Sarthe.													
Usines locales.													
La Chartre-sur-le-Loir	1654	ch. l. cant.	Saint-Calais.	»	4,000	»	120	1899	Loir.	0,86	114	50	accus
Connerré	2250	ch. l. cant.	Le Mans.	»	1	»	120	1899	Dué.	1,50	10	35	accus
Le Lude	3644	ch. l. cant.	La Flèche.	»	2,500	»	120	1893	Loir.	1,28	130	80	accus
Malicorne	1600	ch. l. cant.	La Flèche.	»	2,500	»	110	1897	Sarthe.	1,10	145	30	»
Sablé-sur-Sarthe	5599	ch. l. cant.	La Flèche.	»	3	»	120	1898	Sarthe.	1,26	30	25	»
Vaas	1640	comm.	La Flèche.	»	1	»	110	1894	Loir.	0,75	20	20	»
Département de la Vendée.													
Usines locales.													
Mortagne-sur-Sèvre	2235	ch. l. cant.	La Roche-sur-Yon.	»	3,500	2000	110	1907	Sèvre Nantaise.	1 0,95	10 20	10 14	» »

(1) Commune de Puy-Guillaume. — (2) Commune de Saint-Gervais-d'Auvergne. — (3) 20 ch.-vap. de secours venant de Sauviat. — (4) Commune de Saint-Gervais-sous-Meymont. — (5) Commune de Beaudemont.



USINES. 1	POPULATION. 2.	QUALIFICATIF administratif. 3.	ARRONDISSEMENT.	NOMBRE de localités desservies. 4.	DISTANCE maximum du transport. 5.	TENSION primaire. 6.	TENSION distribution. 6.	ANNÉE de l'équipement électrique. 7.	COURS D'EAU. 8.	HAUTEUR de la chute. 9.	PUISSANCE hydraulique. 10.	PUISSANCE thermique. 11.	ACCUMULATEURS. 12
Département de la Vienne.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
					km	v	v			m	ch	ch	
Bonneuil-Matours........	»	comm.	Châtellerault.	»	10,500	3000	115	1905	Vienne.	1,60 1,60 1,70	10 15 40	» » »	» » »
L'Isle-Jourdain.........	»	ch. l. cant.	Montmorillon.	2	1,500	»	140	1892	Vienne.	2,80	40	»	»
La Roche Pozay........	»	comm.	Châtellerault.	2	12,200	4000	110	1905	Creuse.	1,65	60	»	»
St-Savin-sur-Gartempe...	»	ch. l. cant.	Montmorillon.	2	0,800	»	120	1893	Gartempe.	1,40	25	20	»
Verrières...............	»	comm.	Montmorillon.	2	2	»	220	1906	Dive.	7,50	32	16	»
Usines locales.													
Couhé-Vérac............	1809	ch. l. cant.	Civray.	»	0,700	»	120	1903	Dive.	1,42	15	15	»
Gençay.................	1157	ch. l. cant.	Civray.	»	1	»	145	1903	Clouère.	2,18	6	25	accus
Lusignan...............	2063	ch. l. cant.	Poitiers.	»	»	»	110	1896	Vonne.	1,60	20	26	»
Poitiers................	39886	ch. l. dép.	»	»	6,800	2700	110	1900	Clain.	1,50	70	600	»
Département de la Haute-Vienne.													
Usines alimentant plusieurs localités.													
Aixe-sur-Vienne........	»	ch. l. cant.	Limoges.	2	33	5000	120	1904	Vienne.	2,20	60	»	»
Bessines................	»	ch. l. cant.	Bellac.	4	9	2000	120	1903	Gartempe.	3,45 1,80	45 18	40 14	» »
Château-Ponsac.........	»	ch. l. cant	Bellac.	4	14	5000	115	1902	Gartempe.	6,55	300	»	»
Folles..................	»	comm.	Bellac.	2	2,500	»	240	1907	Gartempe.	1,37	15	12	»
Usines locales.													
Le Dorat...............	2761	ch. l. cant.	Bellac.	»	7	5000	120	1904	Gartempe.	1,70	100	»	»
Eymoutiers.............	2159	ch. l. cant.	Limoges.	»	2,800	3000	120	1908	Vienne.	10	140	»	»
Peyrat-le-Château.......	2534	comm.	Limoges.	»	»	»	220	1905	Maude.	14	36	»	»
Pierre-Buffière..........	953	ch. l. cant.	Limoges.	»	2,200	»	220	1904	Briance.	2,30	11	»	»
Saint-Germain-les-Belles..	2292	ch. l. cant.	Saint-Yrieix.	»	2,300	2000	120	1907	Petite Briance.	10	20	12	»
Saint-Léonard...........	5851	ch. l. cant.	Limoges.	»	2	2000	120	1885	Vienne.	2	45	»	accus
Saint-Sulpice-Laurière...	1631	ch. l. cant.	Limoges.	»	2,800	3000	120	1903	Rivailler.	14	46	30	»
Saint-Victunien..........	1456	comm.	Rochechouart.	»	0,30	»	220	1904	Vienne.	1,50	18	»	»

TABLE ALPHABÉTIQUE DES COURS D'EAU DU BASSIN DE LA LOIRE UTILISÉ PAR DES DISTRIBUTIONS.

N. B. — Les 30 nouvelles distributions et celles sur rivières de moins de 25 chevaux introduisent 42 nouvelles rivières dans l'ancien Lexique; les rivières ou distributions précédemment citées sont portées *en italique*.

Rivières.	(Affluents de)	Usines électriques.
Aix..............	([1])	1. *Chissonet*; 2. Saint-Just-en-Chevalet.
Alène..........	(Loire).	Cercy-la-Tour.
Allanche..........	(Allagnon).	Allanche.
Allagnon..........	(Allier).	1. Molompize; 2. Massiac; 3. Lempdes; 4. Ste-Florine.
Allier............	»	Langeac.

([1]) Pour les rivières déjà citées, *voir* la carte parue le 15 février 1908.



Rivières.	(Affluents de)	Usines électriques.
Anse-du-Nord	(Loire).	1. Usson-en-Forez - 2. Craponne-sur-Arzon.
Arnon	(Cher).	Lignières.
Aubois	(Loire).	St-Jouet-sur-l'Aubois.
Besbre	»	*Charroches.*
Boulogne	»	Saint-Philbert-de-Grandlieu.
Braye	(Loir).	Savigny-sur-Braye.
Briance	»	*Pierre-Buffière.*
Briance (Petite)	(Briance).	St-Germain-les-Belles.
Cemaine	»	1. *Saint-Genest-Malifaux;* 2. *Pont-Salomon.*
Céton	(Huisne).	Céton.
Cher	»	1. *Montluçon;* 2. *Athee.*
Clain	»	*Poitiers.*
Clouère	(Clain).	Gençay.
Colmont	(Mayenne).	Gorron.
Corbionne	(Huisne).	Brévoncelles.
Coudre	(Huisne).	Saint-Germain-de-la-Coudre.
Couze d'Ardes	(Allier).	Ardes-sur-Couze.
Couze de Chambon	(Allier).	Saint-Nectaire.
Couze de Favin	(Allier).	Besse-en-Chandesse.
Crédogne	(Dore).	Gourdol.
Creuse	»	1. *Felletin;* 2. *Aubusson;* 3. Guéret; 4. *La Celle-Dunoise;* 5. La Roche-Bat-l'Aigue; 6. *Saint-Gauthier;* 7. La Roche-Pozai.
Dive	(Vienne).	Verrières.
Dive de Couhé	(Clain).	Couhé-Vérac.
Dolaizon	(Loire).	Vals-près-le-Puy.
Dolore	(Dore).	Arlanc.
Dore	»	1. *Alliergues;* 2. *Sauviat;* 3. *Courpière.*
Dué	(Huisne).	Connerré.
Dunières	(Loire).	1. Riotord; 2. Montfaucon-du-Vellay.
Eau mère	(Allier).	Saxillanges.
Ernei	(Mayenne).	Andouillé.
Erre	(Huisne).	Préaux.
Fouzon	»	La Vernelle.
Gartempe	»	1. Bénévent-l'Abbaye; 2. Saint-Étienne de Fursac; 3. Folles; 4. *Bessines;* 5. *Château-Ponsac;* 6. Le Dorat; 7. *Saint-Savin-sur-Gartempe.*
Huisne	»	1. *Mauves;* 2. *Remalard;* 3. *Le Theil.*
Indre	»	1. *Monts;* 2. *Azay-le-Rideau.*
Lassay	(Mayenne).	Lassay.
Lignon-du-Nord	(Loire).	Boën-sur-Lignon.
Lignon-du-Sud	(Loire).	1. Le Chambon-de-Tence; 2. Tence; 3. Yssingeaux; 4. Pont-de-Lignon; 5. Château-de-Lignon.
Loir	»	1. Villiers; 2. *La Chartre-sur-le-Loir;* 3. *Vaas;* 4. *Le Lude;* 5. Bré; 6. Soucelles.
Loire	»	1. *Brive-Charensac;* 2. *Retournac;* 3. *Saint-Victor-sur-Loire.*
Mare	(Loire).	Surgy-le-Comtal.
Marolles	(Indroie-Indre).	Genillé.
Maude	»	1. *Peyrat-le-Château;* 2. Bourganeuf.
Rhins	»	*Amplepuis.*
Rhône (La)	(Huisne).	Souancé.
Rivailler	(Gartempe).	St-Sulpice-Laurière.
Ronnet	(Bouron-Cher).	Marcillat.
Sarthe	»	1. *Moulins-la-Marche;* 2. *Malicorne;* 3. *Sablé;* 4. Brissarthe.
Sauldre (Grande)	(Loire).	Selles-sur-Cher.
Senouiré	(Allier).	Faulhaguet.
Seuge	(Allier).	Saugues.
Sèvre-Nantaise	»	1. *Clisson;* 2. Mortagne-sur-Sèvre.
Sioule	»	1. *Sioule;* 2. Ebreuil.
Sioulet	(Sioule).	Pontaumur.
Sornin	(Loire).	Gothard.
Tardes	(Cher).	Chambon-sur-Voueïze.
Varenne	(Mayenne).	Domfront.
Veyre	»	1. St-Amand-Tallende; 2. Veyre.
Vienne	»	1. Eymoutiers; 2. St-Léonard; 3. *Aix-sur-Vienne;* 4. *St-Victurnien;* 5. *Pilas;* 6. *Isle-Jourdain;* 7. *Bonneuil-Matours.*
Vonne	(Clain).	Lusignan.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE.

HYDROTÉLÉGRAPHIE.

Application de la syntonie acoustique et électrique à l'hydrotélégraphie (¹).

Dans l'hydrotélégraphie ou transmission des signaux par l'eau, les signaux sont généralement produits au moyen de cloches immergées et recueillis au moyen d'un microphone également immergé et relié à un téléphone écouteur. En syntonisant les sons fondamentaux de ces trois appareils on augmente nécessairement la portée de la transmission. L'emploi de son oscillographe combiné avec un microphone et d'un électrodiapason a permis à M. Blondel de réaliser cette syntonisation.

Il convient tout d'abord d'étudier les vibrations données par la cloche. Ces vibrations ont été relevées au moyen d'un microphone étanche ayant une fréquence propre très notablement supérieure à celle de la cloche et un amortissement assez élevé; un oscillographe était mis en circuit avec ce microphone; un second oscillographe avec un électrodiapason à 200 p : sec. On constate ainsi qu'un coup frappé sur la cloche produit, même dans l'eau, une série prolongée de vibrations dont l'amortissement par le liquide environnant est supérieur à la valeur obtenue dans l'air, mais cependant beaucoup moins grand qu'on serait tenté de le croire. La cloche étudiée, relativement légère (23,5 kg) donnait dans l'air environ 1025 vibrations doubles avec un décrément logarithmique de $2,4 \times 10^{-4}$, et dans l'eau environ 750 vibrations doubles par seconde avec un décrément logarithmique de $8,8 \times 10^{-4}$. Il en résulte que les vibrations durent assez longtemps, non seulement pour donner l'impression d'un son musical dans le récepteur, mais encore pour pouvoir déterminer dans celui-ci des phénomènes de résonance, s'il est convenablement établi. Les courbes relevées ont encore montré que la fréquence varie assez notablement avec l'amplitude de l'élongation; il convient donc d'accorder les récepteurs sur la fréquence correspondant aux fortes élongations, car ce sont celles qui ont la plus grande portée utile.

Le microphone de réception est formé, en général, d'une membrane métallique formant une boîte étanche et agissant sur des contacts imparfaits (microphone à charbons) par une transmission mécanique ou par l'air; cette membrane est susceptible d'une vibration propre caractérisée (son fondamental) avec amortissement assez lent dans l'air, plus rapide quand l'appareil est dans l'eau (ce qui allonge naturellement la pseudo-période). Mais le phénomène se trouve beaucoup compliqué par l'influence de la transmission intérieure et de la vibration propre du microphone à charbon auquel la membrane transmet les oscillations de l'eau. Aussi suivant le mode de liaison entre la membrane et le contact microphonique, M. Blondel a-t-il trouvé d'extraordinaires différences entre les appareils de diverses constructions. Ces différences obligent à recourir à une méthode directe pour trouver les conditions véritables de résonance : faire agir sur la membrane une source sonore de puissance constante et dont la fréquence peut être variée d'une manière continue, et déterminer le moment où l'amplitude passe par un maximum (¹).

La syntonie électromécanique du téléphone récepteur peut être obtenue facilement par un choix convenable du diamètre et de l'épaisseur de la membrane, ainsi que des constantes électriques de sa bobine. M. Blondel détermine la fréquence qui produit la résonance approximativement en alimentant le téléphone à tension constante avec un alternateur sinusoïdal dont on fait varier la fréquence d'une manière continue et en notant celle qui rend maximum l'amplitude de l'oscillation d'un miroir collé sur la membrane (²).

La syntonie complète obtenue par les moyens qui précèdent permet, non seulement d'augmenter considérablement la portée des signaux hydrotélégraphiques, mais encore de trier les signaux de plusieurs postes différents, en employant pour ceux-ci des fréquences différentes; il est seulement désirable qu'elles soient comprises entre les limites les plus favorables à l'audition, c'est-à-dire généralement entre 500 et 1200 vibrations.

(¹) André Blondel, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 152, p. 1571-1574.

(¹) La source sonore employée par M. Blondel est une sirène mue électriquement, pouvant être employée aussi bien dans l'eau que dans l'air et donnant de 250 à 2500 vibrations par seconde.

L'étude de récepteurs de construction différente a conduit M. Blondel à cette conclusion qu'il y a lieu de coller directement la membrane en charbon (avec interposition d'isolant) contre la membrane métallique, de façon à réaliser une seule fréquence, et à pouvoir employer la membrane de sensibilité maximum pour la fréquence considérée.

(²) Le réglage de l'épaisseur de la membrane peut être remplacé par un réglage de la longueur de la plaque vibrante ou de l'élasticité mise en jeu, si l'on emploie un des monotéléphones à fréquence réglable qui ont été décrits par MM. Blondel et Abraham en 1908.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE.

CUIVRE.

Procédé Willisin Greenawalt pour le traitement électrolytique des minerais de cuivre (¹).

Ce procédé s'applique aux minerais oxydés ou à des minerais sulfurés grillés. Il consiste à dissoudre le cuivre du minerai par l'action combinée d'une solution de sel marin électrolysée et d'acide sulfureux, puis à le précipiter par électrolyse en ramenant la solution de chlorure cuivrique à l'état de chlorure cuivreux par l'anhydre sulfureux.

Le minerai d'abord broyé est versé dans des bassins de lixiviation où il est soumis à l'action des solutions de chlore et d'acide sulfureux combinés. Les réactions bien connues sont : 1° formation d'acides chlorhydrique et sulfurique; 2° dissolution du cuivre par les acides à l'état de chlorure cuivrique et sulfate de cuivre; 3° action de l'acide sulfurique et du sulfate de cuivre sur le sel marin donnant de l'acide chlorhydrique, du sulfate de sodium et du chlorure cuivrique :

(1) $$2Cl + SO^2 + 2H^2O = 2HCl + H^2SO^4;$$

(2) $$2HCl + CuO = CuCl^2 + H^2O;$$
$$H^2SO^4 + CuO = CuSO^4 + H^2O.$$

(3) $$H^2SO^4 + 2NaCl = 2HCl + Na^2SO^4;$$
$$CuSO^4 + 2NaCl = CuCl^2 + Na^2SO^4.$$

Le chlorure cuivrique agit sur l'argent ou ses minerais en donnant du chlorure d'argent :

$$Ag + CuCl^2 = AgCl + CuCl.$$

On retire ainsi de 80 à 90 pour 100 de l'argent contenu dans le minerai; l'action est facilitée si l'on soumet auparavant le minerai à un grillage chlorurant. Si le minerai est riche en argent, il faut lixivier avec une solution assez concentrée de chlorures alcalins.

La solution de chlorure cuivrique est amenée dans les bacs à électrolyse et saturée d'acide sulfureux venu des fours de grillage, ce qui transforme le chlorure cuivrique en chlorure cuivreux :

$$2CuCl^2 + SO^2 + 2H^2O = 2CuCl + 2HCl + H^2SO^4.$$

On trouve à ce mode d'opérer les avantages suivants : 1° la même quantité d'électricité fait déposer un poids de cuivre double; 2° la dépense d'énergie électrique est diminuée de 35 pour 100; 3° on régénère complètement la liqueur acide; 4° le chlore dégagé sous l'action du courant électrique par la décomposition du chlorure cuivreux agit sur la solution d'acide sulfureux d'après la réaction

$$2Cl + SO^2 + H^2O = 2HCl + H^2SO^4 + 75^{cal}.$$

Il se produit donc une force électromotrice qui aide le courant et réduit le voltage nécessaire. Le dépôt se fait en solution chlorhydrique, ce qui permet d'employer des anodes insolubles en charbon, tandis que l'électrolyse des sulfates avec des anodes insolubles ne peut pas s'opérer pratiquement.

Pour chaque kilogramme de cuivre déposé, on forme 2,8 kg d'acide aux dépens de l'eau et de l'acide sulfureux. La liqueur acide est employée à la lixiviation d'une nouvelle quantité de minerai; une partie de l'acide dissoudra le cuivre, le reste se combine aux autres éléments principalement à la chaux en donnant du sulfate de chaux qui reste dans les bacs de lixiviation. L'acide sulfurique se combine aux oxydes alcalins et terreux, tandis que l'acide chlorhydrique se combine aux métaux à recueillir et est régénéré au fur et à mesure.

S'il existe de l'or dans le minerai, on charge la solution avec du chlorure produit par l'électrolyse de la solution de sel; le chlore est transformé ensuite en chlorure alcalisé. Théoriquement il ne se perd pas de chlore. En pratique la dépense en sel marin ne dépasse pas $\frac{1}{8}$ du poids de cuivre précipité. On dépense en soufre $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ du poids de cuivre précipité. C'est le soufre de minerais grillés et traités ensuite qu'on utilise ainsi. Le sulfate de soude qui se forme dans la solution n'a aucune action, ni nuisible, ni utile.

A la longue, la solution peut tenir des proportions trop fortes d'impuretés nuisibles; celles-ci sont le bismuth, l'arsenic et l'antimoine. On peut les précipiter de la liqueur acide par l'hydrogène sulfuré, ou encore par la soude obtenue par l'électrolyse de la solution de sel marin. Le fer ne se concentre pas dans la liqueur, car il se précipite sous forme d'oxyde ferrique insoluble.

Les éléments nuisibles pour le traitement électrolytique sont : le calcium, le magnésium, l'aluminium et le zinc. Cependant, le calcium contenu dans le minerai à l'état de sulfate n'a pas d'action nuisible, mais le calcaire nuit. La finesse que doit atteindre le broyage est variable avec le minerai. Pour certains, il suffit que le minerai passe au tamis 4 ou 8, pour d'autres il faut qu'il passe au tamis 16.

Le cuivre est obtenu en grains qui n'adhèrent pas aux cathodes. Il est très pur, contenant à peine 1 pour 100 d'impuretés. On le rassemble, on le lave et on le fond en lingots. On peut, s'il y a de l'or et de l'argent dans le minerai, faire déposer ces métaux avec une petite partie du cuivre électrolytique; il est inutile de recourir à cette méthode de séparation de l'or et de l'argent.

On a extrait d'un minerai carbonaté contenant 13 pour 100 de cuivre et 5 onces 3 d'argent par tonne, 98 pour 100 du cuivre et 85 pour 100 de l'argent; des mi-

(¹) *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, t. CXV, mars 1911, p. 392-394, d'après *Engineering and Mining Journal*, novembre 1910, p. 1062.

nerais pyriteux du Nouveau-Mexique ont donné une extraction de 98 pour 100 de cuivre, le minerai en tenant 10,2 pour 100. On a utilisé des densités de courant de 0,7 à 7 ampères par décimètre carré en déposant en moyenne 450 g de cuivre, mais jusqu'à 1,178 kg par kilowatt-heure.

L'installation pour traiter 100 tonnes de minerai pur est évaluée à 750 000 fr en comprenant les fours de grillage du minerai.

Le prix du traitement de la tonne de minerai serait, en supposant la tonne à 5 pour 100 : grillage, 3,75; broyage, 1,00; lixiviation, 0,75; électrolyse, non comprise la force, 1,25; force motrice, 120 kilowatts, 2,90; réparations, 0,50; fusion et coulée des lingots, 0,25; direction et frais généraux, 0,50; amortissement et intérêt, 2,65; total : 13,55 fr ou 0,27 fr par kilogramme de cuivre. Ce prix comprend l'extraction de l'or et de l'argent ainsi que du plomb contenus en petites quantités dans le minerai.

DIVERS.

La consommation d'énergie électrique des opérations sidérurgiques.

Le Tableau suivant donne, d'après une étude du savant électrométallurgiste V. Engelhardt, un aperçu de la dépense d'énergie, en kilowatts-heure par tonne, dans les fours de grandes dimensions suivant la nature des opérations effectuées :

Nature du produit.	kw-h : t.
Fonte obtenue directement du minerai	2000
Acier obtenu directement du minerai	3000
Acier obtenu au moyen de fonte	1500
Acier obtenu au moyen de fonte en fusion	1100
Acier obtenu au moyen de fonte froide et de riblons froids	700
Acier obtenu au moyen de fonte en fusion et de riblons froids	600
Acier obtenu au moyen de riblons froids	900
Épuration de fonte en fusion pour obtenir de l'acier très pur (acier au creuset)	250
Épuration de fonte en fusion pour obtenir de l'acier ordinaire (rails)	120
Pour maintenir de la fonte en fusion lors du moulage	58

La plupart de ces opérations s'effectuent aussi bien dans des fours à arc que dans des fours à résistance. En faveur des premiers on peut revendiquer divers avantages dont le principal est une grande facilité de surveillance; par contre, le refroidissement des extrémités des électrodes situées hors du four fait perdre une certaine quantité d'énergie. D'un autre côté les fours d'induction ont, d'après le professeur Howe, les avantages suivants : 1° suppression des dérangements et des frais provenant du remplacement des électrodes; 2° température uniforme du bain sans surchauffe de certaines parties; 3° moindre dépense d'énergie par unité de poids du produit obtenu; 4° charge uniforme du réseau ou de la source d'énergie. Mais nous venons de dire qu'ils sont d'une surveillance moins facile que les fours à arc; en outre les fours à induction sont d'un prix de revient plus élevé que les fours à arc, bien que l'ensemble des installations coûte à peu près le même prix dans les deux cas.

Nouvelle usine à cyanamide.

La Alby Karbid Fabricks Aktiebolaget de Suède vient de décider la préparation de la cyanamide dans son usine jusqu'ici consacrée à la fabrication du carbure, celle-ci n'étant plus assez rémunératrice. A cet effet, elle a conclu un traité avec son fournisseur d'énergie la « Alby Watterfalls Aktiebolagt » pour prendre 11 111 chevaux au lieu de 6750 chevaux, et cela pendant 32 ans, contre une réduction proportionnelle de prix. Ajoutons que cette société suédoise carburière est une filiale de la société anglaise « Alby United Factories Limited », qui se propose, d'ailleurs, d'augmenter la production en cyanamide de son autre filiale anglaise, la « Northwestern Cyanamide Company », en portant le tonnage de 12 à 1600 tonnes-an, vu les fortes demandes du marché. Signalons aussi que les usines de Vilvorde (Belgique), qui traitent la cyanamide pour ammoniaque, marchent sur un pied de 6000 tonnes-an.

Le « duralumin », nouvel alliage d'aluminium.

Dans une communication à la Verein zur Beförderunz des Gewerbefleisses, à Berlin, reproduite dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* du 27 avril, M. L.-M. Cohn donne les renseignements suivants sur cet alliage, fabriqué par la Dürener Metallwerke, de Düren:

Le duralumin contient 0,5 pour 100 de magnésium, 3,5 à 5,5 pour 100 de cuivre, et 0,5 à 0,8 pour 100 de manganèse, le reste étant de l'aluminium. Sa densité varie de 2,75 à 2,84 suivant la composition. Son point de fusion est 650° C. Sa conductivité électrique est plus faible que celle de l'aluminium pur. Sa dureté, en feuilles de 7 mm d'épaisseur, est de 98 à 125, c'est-à-dire 3 fois plus grande que celle de l'aluminium pur et 2 fois plus grande que celle du bronze; par laminage cette dureté peut être portée à 170. Le module d'élasticité pour l'alliage 681 A est de 700 000 kg : cm²; la tension d'élasticité est de 30 kg : mm²; la tension de rupture de 50 kg : mm²; l'allongement, pour une feuille de 2 mm, est d'environ 4 pour 100. A partir de 150° C., la tension de rupture diminue rapidement de sorte que le duralumin ne doit pas être employé au-dessus de cette température.

Les avantages du duralumin sont sa faible densité et sa résistance aux agents chimiques. il ne doit pas être mis en contact avec le cuivre ou le bronze; il doit être riveté avec des rivets de fer ou mieux de duralumin.



MESURES ET ESSAIS.

APPAREILS DE MESURE.

Le tellurohmmètre, appareil pour la résistance ohmique des prises de terre.

Le tellurohmmètre (du latin *tellur*, qui signifie terre, et de *ohmmètre*, mesure des ohms) est un appareil qui peut mesurer la résistance ohmique des prises de terre d'une manière très précise par suite de l'élimination des phénomènes de polarisation et des courants perturbateurs.

Ce genre d'appareil, qui n'aurait pu servir il y a quelques années que pour la vérification des prises de terre de paratonnerres, doit être aujourd'hui un appareil indispensable dans toutes les centrales et tous les réseaux de distribution qui utilisent des courants électriques dont le potentiel par rapport à la terre est supérieur à 150 volts.

En effet, depuis la nouvelle loi du 15 juin 1906 qui régit les distributions d'énergie électrique, un arrêté ministériel en date du 21 mars 1911 spécifie d'une façon très précise dans les articles ci-dessous les précautions qui doivent être prévues dans l'usage des courant haute tension :

ART. 3, § 1. — Dans les distributions de la deuxième catégorie, distributions dans lesquelles la différence du potentiel est supérieure à 1500 volts, les poteaux et pylônes sont pourvus *d'une bonne communication avec le sol.*

ART. 12, § 3. — Les bâtis et les pièces conductrices non parcourus par le courant qui appartiennent à des moteurs et transformateurs de la deuxième catégorie sont *reliés électriquement à la terre* ou isolés électriquement du sol.

La *mise à la terre* ou l'isolement électrique est *constamment* maintenu en bon état.

ART. 17. — Les colonnes, les supports et en général toutes les pièces métalliques des sous-stations et postes de transformateurs qui risqueraient d'être soumis à une tension de la deuxième catégorie doivent être convenablement reliés à la terre.

ART. 25, § 6. — Traversée des lignes de chemin de fer. Les supports métalliques sont pourvus d'une bonne communication avec le sol.

ART. 31, § 3. — Si les conducteurs d'énergie sont au-dessous des fils télégraphiques, téléphoniques ou de signaux et s'ils sont parcourus par des courants de la deuxième catégorie, un dispositif de garde efficace pourvu d'une *bonne communication avec le sol* est solidement établi entre les deux sortes de conducteurs.

La loi précise donc la liaison à la terre de tous les appareils qui sont susceptibles de devenir dangereux et recommande de toujours maintenir les prises de terre en bon état.

La prise de terre, appelée communément *terre*, consiste généralement en une plaque de fer galvanisé, de cuivre étamé ou de zinc qu'on dispose, à défaut de puits, dans le sol à une profondeur d'au moins 1 m au milieu d'un amas de coke ou de charbon pilé.

Quelle que soit la prise de terre établie, il est nécessaire de connaître, après construction, la valeur de la résistance ohmique; de la modifier si la résistance est trop élevée et de la tenir ensuite constamment en bon état. Si l'on ne veut pas s'astreindre à vérifier les plaques de terre et les connexions par des fouilles très coûteuses et dont le résultat n'est pas certain par suite de la nature et de l'humidité du sol, il est nécessaire d'utiliser un appareil spécial pouvant indiquer instantanément la résistance cherchée.

Il est reconnu que la recherche de la résistance ohmique des plaques de terre présente des difficultés par suite : 1° des phénomènes de polarisation; 2° des courants vagabonds provenant des tramways électriques qui utilisent les rails comme conducteur de retour; 3° des courants telluriques lorsque la prise de terre à mesurer et la prise de terre de comparaison sont éloignées l'une de l'autre.

Avec les ohmmètres ordinaires, appareils qui ne sont pas construits pour la mesure spéciale des prises de terre, on peut constater que la polarisation a pour effet d'augmenter dans de notables proportions la résistance réelle des contacts, et que les courants vagabonds et telluriques suivant leur sens peuvent augmenter ou diminuer la valeur réelle de la résistance au point de trouver, dans certains cas, des valeurs nulles ou infinies. Presque toutes les méthodes actuellement en usage sont des méthodes dites de zéro qui utilisent soit des courants alternatifs, soit des courants de même sens, mais discontinus; dans le tellurohmmètre, le courant utilisé est continu, ce qui permet l'emploi d'un galvanomètre à aimant, les effets de la polarisation et les courants perturbateurs n'ayant aucun effet par l'emploi d'un *inverseur spécial.*

DESCRIPTION DU TELLUROHMMÈTRE. — Le tellurohmmètre se compose en principe : 1° d'un galvanomètre industriel monté en méthode de comparaison ou en pont de Wheatstone; 2° d'un inverseur automatique.

I. *Montage en méthode de comparaison.* — 1° *Montage du galvanomètre* (*fig.* 1). — Le galvanomètre est monté en série avec deux résistances r et r_1 et des piles ou des accumulateurs P; aux bornes ED se trouve montée en dérivation une résistance R.

Les deux bornes B et C étant mises en court-circuit, le galvanomètre est étalonné empiriquement de la façon suivante : entre les bornes A et B on intercale successivement des résistances ohmiques parfaitement connues dant la valeur est inscrite sur le galvanomètre à chaque position correspondante de l'aiguille; l'échelle est ensuite établie en tenant compte des positions trouvées et étendues à tous les intervalles.

2° *Étalonnement de l'appareil.* — Dans toutes les mesures ultérieures, afin de tenir compte de la force électromotrice des piles ou accumulateurs qui a pu varier, il est nécessaire de tarer le galvanomètre avant chaque mesure; cette vérification, qui demande quelques secondes, consiste simplement, les bornes B et C étant



en court-circuit et une résistance connue *R* étant intercalée entre les bornes A et B, de faire varier le curseur E de façon à amener l'aiguille du galvanomètre sur le nombre exprimant la valeur de la résistance ohmique de *R*.

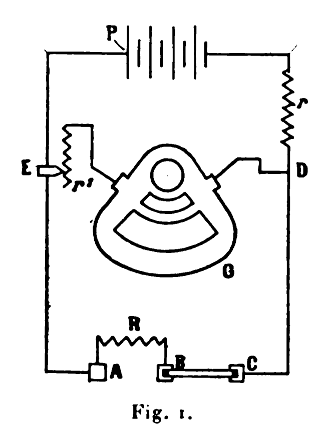


Fig. 1.

Pour toutes les mesures de prises de terre, il suffit, une fois l'appareil taré, de mettre en court-circuit les bornes A et B et de relier aux bornes B et C déshuntées les deux

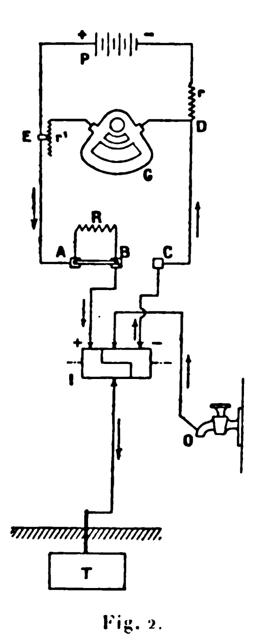


Fig. 2.

fils qui sont reliés indirectement par l'inverseur, l'un à la plaque de terre à mesurer, l'autre à la terre de comparaison (*fig.* 2).

3° *Inverseur*. — L'inverseur, comme il est dit plus haut, est intercalé entre le galvanomètre et les prises de terre et n'a simplement pour but que de rendre inefficace l'action de la polarisation, des courants vagabonds et telluriques. Cet appareil se compose d'un cylindre isolant K qui peut tourner autour de son axe XY et qui porte sur sa périphérie deux surfaces de cuivre L, L_1, sur lesquelles viennent appuyer des balais b_1, b_2, b_3, b_4, comme l'indiquent les figures 3, 3 *bis*, 4 et 4 *bis*.



Fig. 3. Fig. 3 *bis*.

Suivant la position du contact tournant, il est facile de voir, d'après les schémas ci-joints (*fig.* 2 et 5) qui représentent le contact dans deux positions diamétralement opposées, que le courant qui passe dans la prise de terre s'inverse deux fois par tour de l'inverseur et

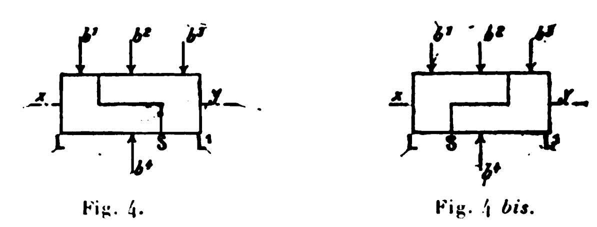


Fig. 4. Fig. 4 *bis*.

que, dans ces conditions, l'effet de la polarisation est supprimé, puisqu'il est reconnu que, dans les premiers instants qui suivent la fermeture du circuit, la polarisation est très faible et que le courant qui passe possède une intensité très peu inférieure à celle qu'on calculerait

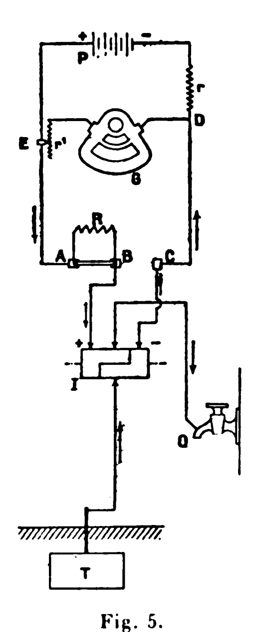


Fig. 5.

d'après la force électromotrice de la pile et la résistance totale du circuit.

D'autre part, il est évident que les courants vagabonds et telluriques, dont le sens est constant entre les

deux prises de terre, ne peuvent influencer le galvanomètre par suite de l'interposition de l'inverseur.

Dans les cas spéciaux où la polarisaion 'est le seul phénomène à supprimer, l'inverseur peut être construit de manière à tenir compte de l'augmentation beaucoup plus rapide de la polarisation au pôle négatif qu'au pôle positif, il suffit pour cela de diminuer la surface de contact du balai négatif par rapport à celle du balai positif dans le rapport voulu.

De plus, de façon à avoir la certitude que toutes les mesures sont comparables, l'inverseur est monté sur le dernier mobile à grande vitesse d'un mouvement d'horlogerie qui communique à l'inverseur une vitesse régulière constante et parfaitement connue.

II. ***Montage en pont de Wheatstone.*** — On peut aussi, comme il a été dit précédemment, utiliser le montage du pont de Wheatstone pour la mesure de la résistance ohmique des prises de terre.

L'appareil qui est basé sur ce montage se présente, en pratique et dans son ensemble, comme l'indiquent la photographie ci-jointe (*fig.* 6) et la figure du détail n° 7 qui montre la disposition des différents appareils sur la platine supérieure du tellurohmmètre.

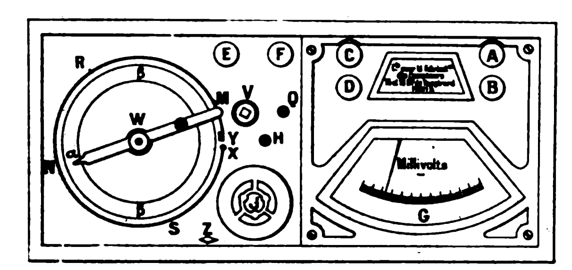


Fig. 6. — Photographie du tellurohmmètre.

Le schéma réalisé est celui représenté par la figure 7.

Les quatre bras du pont sont formés par les résistances XM, MY, J et enfin par la résistance à mesurer AB.

1° Les deux résistances XM et MY, en fil nu, sont disposées bout à bout le long d'une circonférence XSNRM sur laquelle glisse un frotteur spécial WM qui constitue en M la prise du potentiel du galvanomètre G, le frotteur par son index α indique pour chacune de ses positions le rapport entre la résistance ohmique des parties de circonférence XM et MY, c'est-à-dire le rapport $\frac{MX}{MY}$.

2° Le multiplicateur J qui forme le bras YA du pont est établi avec trois résistances parfaitement connues (50 ohms, 1 ohm, 0,02 ohm) montées en parallèle, mais qu'on ne peut mettre que successivement en circuit. La résistance enclenchée constitue la constante de multiplication K du pont de Wheatstone, et la résistance AB à mesurer est alors égale à $K \times \frac{MX}{MY}$, c'est-à-dire au produit de la valeur de cette constante K par le rapport inscrit devant l'index α;

3° La résistance à mesurer AB est reliée en A'B' au pont par l'intermédiaire de l'inverseur décrit précédemment.

4° La pile P, par l'intermédiaire d'un contact Q, peut être reliée aux extrémités XY de la résistance YMRNSX.

A remarquer que la pile utilisée peut être celle qui se trouve dans la boîte du tellurohmmètre ou toute autre source extérieure d'énergie de courant continu; dans tous les cas, les deux fils de la source devront être branchés aux bornes E et F.

5° Le galvanomètre G, qui est un millivoltmètre type

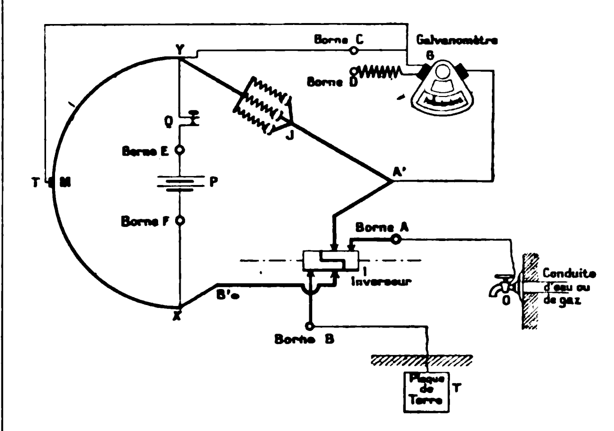


Fig. 7. — Détail des montages du tellurohmmètre en pont de Wheatstone.

Meylan d'Arsonval, est relié électriquement d'une part au centre de rotation W du frotteur WM et d'autre part au point A.

6° L'inverseur I et le mouvement d'horlogerie qui lui imprime la rotation sont placés dans l'intérieur de la boîte du tellurohmmètre, le remontage du mouvement se faisant par la clef V et le déclenchement par le bouton H.

Utilisation de l'appareil. — Pour effectuer une mesure avec cet appareil, on relie, comme il a été dit pour la méthode dite « de comparaison », la borne B à la prise de terre à mesurer, la borne A à la terre de comparaison, la source d'énergie aux bornes E et F, la clef du court-circuit Z est mise dans l'un des trous du multiplicateur J et l'on remonte le mouvement d'horlogerie au moyen de la clef V, le bouton H étant dans la position d'arrêt. L'appareil est dans ces conditions tout préparé pour la mesure.

En tournant le bouton H, le mouvement d'horlogerie est libéré, l'inverseur se met en rotation et il suffit alors de déplacer le frotteur WM autour de son centre de façon à assurer l'immobilité au zéro de l'aiguille du galvanomètre.

La résistance AB à mesurer est alors égale au produit de l'indication α donnée par le frotteur WM par la constante K du multiplicateur.

Remarques générales. — Les mesures peuvent être extrêmement simples si l'opérateur peut trouver une conduite d'eau ou de gaz pour constituer sa terre de comparaison. Il est en effet reconnu que, par suite de leur grande surface en parfait contact avec la terre, les conduites d'eau ou de gaz en bon état peuvent représenter le potentiel moyen du sol.

Les mesures deviennent plus compliquées si ces conduites n'existent pas; il est alors nécessaire d'effectuer trois mesures en créant deux terres artificielles auxiliaires distantes d'au moins 10 m de la prise de terre à mesurer.

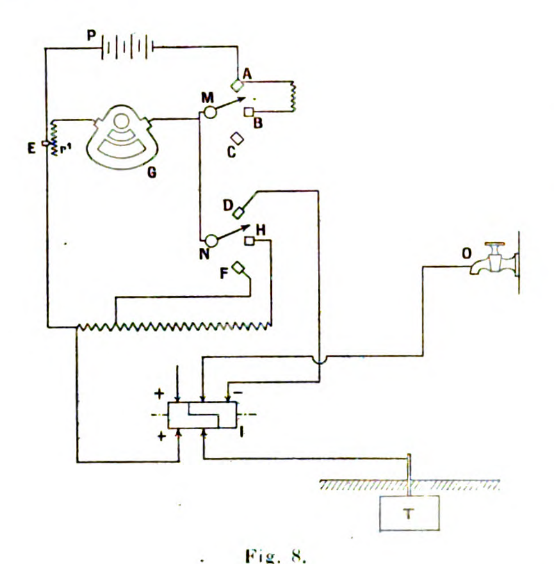


Fig. 8.

Dans ces conditions on peut apprécier de la façon suivante la valeur ohmique cherchée, si par hypothèse la résistance du sol est négligeable entre ces prises de terre : en appelant R, R_1, R_2 les résistances de contact à la terre de la plaque de terre à essayer et des deux prises auxiliaires; ρ la résistance du fil de connexion; a, b, c les valeurs trouvées avec le tellurohmmètre lorsque l'essai est fait avec les trois terres prises deux à deux :

$$a = R + R_1 + \rho,$$
$$b = R_1 + R_2 + \rho,$$
$$c = R_2 + R + \rho;$$

d'où facilement l'on tire la valeur de R :

$$R = \frac{a + c - b - \rho}{2}.$$

Le tellurohmmètre, en dehors de son application directe à la mesure de la résistance ohmique des terres, peut encore servir de simple ohmmètre pour la mesure des résistances ordinaires, l'inverseur n'étant pas alors mis en mouvement.

Cet appareil peut encore servir, en supprimant les piles, à définir le sens et à mesurer la grandeur des forces électromotrices qui peuvent exister entre la terre à essayer et la terre de comparaison. Dans l'appareil dont la construction est basée sur la méthode de comparaison (*fig.* 8), les connexions à faire sont MC, MD; dans l'appareil à pont de Wheatstone (*fig.* 7), il suffit de ne pas appuyer sur le commutateur Q des piles et de ne pas mettre la fiche Z de court-circuit dans le multiplicateur J.

Enfin le galvanomètre est disposé dans les deux genres d'appareils de façon qu'on puisse s'en servir simplement comme voltmètre avec ou sans résistance additionnelle.



Fig. 9.

La figure 9 donne une vue d'un modèle construit par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 16 et 18, boulevard de Vaugirard.

L. BERLAND.
Ingénieur à la Compagnie Ouest-Lumière,
Puteaux.

LÉGISLATION, JURISPRUDENCE, ETC.

LÉGISLATION ET RÉGLEMENTATION.

Arrêté du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, en date du 1er juin 1911, fixant l'époque des réunions obligatoires du Comité permanent d'Électricité.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu le décret du 7 février 1907 relatif au fonctionnement du Comité permanent d'Électricité, institué par la loi du 15 juin 1906 et, notamment, l'article 7, ainsi conçu :

« Le Comité se réunit obligatoirement trois fois par an aux époques fixées par un arrêté du Ministre des Travaux publics »;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

ARTICLE PREMIER. — Le Comité permanent d'Électricité institué par la loi du 15 juin 1906 se réunira obligatoirement, au ministère des Travaux publics, sur la convocation de son président, au moins trois fois par an, savoir : deux fois dans le premier semestre de l'année, et une fois dans le dernier trimestre.

ART. 2. — Indépendamment des trois réunions obligatoires prévues par l'article 1er ci-dessus, le président pourra, s'il le juge utile, provoquer, dans l'intervalle, des réunions complémentaires du Comité.

ART. 3. — Le présent arrêté abroge et remplace l'arrêté du 18 mai 1907.

Paris, le 1er juin 1911.

Charles DUMONT.

(*Journal officiel*, 2 juin 1911.)

MINISTÈRE DES FINANCES.

Direction générale des Douanes.

Classement des marchandises non dénommées au tarif d'entrée (art. 16 de la loi du 28 avril 1816).

La Direction générale des Douanes porte à la connaissance des personnes intéressées les assimilations et classifications dont le relevé suit et qui, en ce qui concerne les assimilations, entreront en vigueur dans les délais fixés par l'article 2 du décret du 5 novembre 1870, soit, à Paris, un jour franc après la publication du *Journal officiel* et, partout ailleurs, dans l'étendue de chaque arrondissement, un jour franc après l'arrivée au chef-lieu de l'arrondissement du journal qui les contient.

DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	INDICATION DES ARTICLES DU TARIF avec lesquels les produits désignés ci-contre ont été classés et dont ils suivront le régime.
Appareils électrotechniques avec enroulements de fil isolé dont l'âme est en aluminium.	Régime du n° 524 *bis*.
Appareils de levage.	Les câbles en fils de fer ou d'acier sont considérés comme partie intégrante de ces appareils, lorsqu'ils y sont adaptés ou que, non adaptés, ils sont munis d'une pièce mécanique (contrepoids, godet, crochet de grande dimension, etc.). Dans tout autre cas à taxer séparément. La présence ou l'absence des câbles n'influe pas sur le régime des appareils.
Boîtes, Caisses *ou* Caissons pour appareils photométriques comportant des fils et engins électriques, mais ne comprenant aucun organe ayant le caractère d'une partie d'instrument scientifique.	*Appareils électrotechniques*, selon l'espèce (n° 524 *bis*).
Clés d'interrupteurs pour supports de lampes électriques	Régime du n° 536, suivant la classe.
Fiches de contact en métal et matière minérale	Régime du n° 536.
Filaments pour lampes électriques à incandescence; constitués par un fil de platine soudé à un fil de cuivre ou bien par un fil de tungstène préparé à cet effet.	*Lampes électriques à incandescence non munies de leur monture* (n° 361).
Grilles en fonte moulée pour résistances électriques	*Pièces détachées de machines en fonte*, selon l'espèce (n° 532).
Lampes électriques de poche :	
Complètes	*Appareils électrotechniques*, selon l'espèce (n° 524 *bis*).
(Piles sèches pour)	Régime du n° 576 *quater*.
(Couvercles de) :	
Sans ampoule	Régime du n° 536.
Munis d'une ampoule	Droit des *Lampes électriques à incandescence*, sur la lampe, et des *Induits*, sur le surplus.
Mastic pour isolateurs à base de résine indigène et de matières minérales.	*Résineux indigènes* (n° 115).
Moteurs électriques, transportables, pour actionner des vérins :	
Moteur	Régime du n° 524.



DÉSIGNATION DES MARCHANDISES.	INDICATION DES ARTICLES DU TARIF avec lesquels les produits désignés ci-contre ont été classés et dont ils suivront le régime.
Chariot à bras ou autre	*Voitures de commerce, etc.*, selon l'espèce (n° 614).
Arbre intermédiaire et coussinet en fonte	Droit afférent à chaque objet (n° 533 *ter* ou *quater* et 532).
Démarreur et engins électriques	Régime déterminé par les n°s 524 *bis*, 536 et 535 *ter*.
Poignées *ou* Pièces isolantes pour l'électricité formées d'un aggloméré de résine, d'amiante et de matières minérales :	
Comportant des parties métalliques	*Induits et pièces de machines électriques* (n° 536).
Autres	*Autres ouvrages en amiante* (n° 620 *bis*).
Supports isolants en verre, munis de fils métalliques pour lampes à incandescence	*Lampes électriques à incandescence non munies de leur monture* (n° 361).
Tachymètres (Indicateurs de vitesse) portatifs ou fixes	*Instruments de mesurage, vérification, etc.* (n° 634 *ter*, 2e paragraphe).
Tachographes (Indicateurs-enregistreurs de vitesse)	*Instruments de mesurage, vérification, etc.* (n° 634 *ter*, 2e paragraphe).
Télégraphes pour navires	Le cas échéant, les chaînes articulées avec dispositif spécial d'adaptation et leurs poulies doivent être comprises dans le poids imposable, si les intéressés l'énoncent dans les déclarations. Dans le cas contraire, elles sont taxées séparément à leur droit propre. Les câbles sans dispositif spécial d'adaptation, les galets pour câbles et les tendeurs sont imposables séparément dans tous les cas.
Tendeurs pour électriciens :	
En fer, fonte ou acier	*Autres outils*, en ces métaux (n° 537).
En fer, fonte ou acier, avec parties notables en cuivre, laiton ou bronze.	*Outils en cuivre* (n° 572 *bis*).

(*Journal officiel* des 5, 6 et 7 juin 1911.)

Arrêté du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale, relatif à la vente des timbres-retraite.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,

Le Ministre des Finances,

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,

Vu la loi du 5 avril 1910 sur les retraites ouvrières et paysannes ;

Vu le décret du 25 mars 1911, portant règlement d'administration publique pour l'exécution de la loi susvisée du 5 avril 1910, et spécialement son article 12, paragraphe 7;

Sur la proposition du directeur des retraites ouvrières et paysannes,

Arrêtent :

ARTICLE PREMIER. — La vente des timbres-retraite de toutes catégories est effectuée par les débitants de tabac, par les receveurs buralistes et par le personnel de l'Administration des Postes et des Télégraphes.

ART. 2. — Une remise de 0,50 pour 100 sur le montant de la valeur des timbres-retraite est attribuée aux préposés à la vente

Paris, le 3 juin 1911.

Le Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale,
PAUL BONCOUR.

Le Ministre des Finances,
J. CAILLAUX.

Le Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes,
CH. DUMONT.

(*Journal officiel* du 4 juin 1911).

Arrêtés du Ministre du Travail et de la Prévoyance sociale autorisant des Sociétés de secours mutuels à effectuer l'encaissement des versements de leurs membres assurés de la loi des retraites ouvrières et paysannes.

Nous informons nos adhérents que les *Journaux officiels* des 9 et 12 juin 1911 ont publié un arrêté autorisant des Sociétés de secours mutuels à effectuer l'encaissement des versements de leurs membres assurés de la loi des retraites ouvrières et paysannes.

INFORMATIONS DIVERSES.

Radiotélégraphie. — LA TÉLÉGRAPHIE SANS FIL AUX COLONIES. — De très intéressantes applications de la télégraphie sans fil aux colonies sont actuellement en cours d'exécution ou en projet. M. Gervais, dans son rapport sur le budget des colonies, nous fait connaître l'état de la question.

Les essais de portée faits avec les postes à étincelles musicales, postes mis au point par le commandant Ferrié, ont dépassé toutes les espérances, et l'on a pu récemment se faire entendre de la tour Eiffel au Canada (5000 km) en dépensant seulement une puissance d'une vingtaine de chevaux. Il n'est pas douteux que des postes puissants (plusieurs centaines de chevaux) permettraient de réaliser, même sous les tropiques, des portées considérables. Le réseau projeté comprendrait, avec la tour Eiffel, des postes à Colomb-Béchar (Sud-Oranais), Abomey (Dahomey), Banghi (Congo), Djibouti (Madagascar), réalisant une chaîne continue.

Il n'est pas téméraire même d'envisager la communication Madagascar-Saïgon; la liaison Afrique-Martinique serait d'autre part réalisable dès maintenant, le poste futur de la Martinique devant, en raison du canal de Panama, prendre une singulière importance. On voit ainsi que par les îles du Pacifique, la France va se trouver en mesure de réaliser un véritable réseau mondial.

Le coût de ces postes étant de 500 000 fr à 800 000 fr, selon leur situation, ce réseau reviendrait à environ 6 ou 8 millions; on aurait réalisé pour cette somme relativement minime ce que l'Angleterre a obtenu au moyen d'un réseau de câbles qui revint à plusieurs centaines de millions. Ces dépenses incomberaient d'ailleurs au budget métropolitain.

Dès cette année, les deux premiers postes de cette série, Colomb-Béchar et Abomey, sont projetés; il a été inscrit au projet de budget des Postes et Télégraphes pour 1912 un crédit d'un million, jugé suffisant. Si les résultats obtenus sont favorables, la construction du réseau entier sera poursuivie activement.

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES (¹).

CHRONIQUE SYNDICALE.

Union des Syndicats de l'Électricité.

Syndicat professionnel des Industries électriques.

Jurisprudence et Contentieux.

Syndicat professionnel des Usines d'Électricité.

Jurisprudence et contentieux.

(¹) Les astérisques placés à la fin d'un titre indiquent que l'analyse correspondante tient moins de 10 lignes.







ÉLECTRICITÉ PURE ET APPLIQUÉE.

Électricité et Magnétisme.

Génération et Transformation.



Transmission et Distribution.

Applications mécaniques.



Traction et Locomotion.

Télégraphie et Téléphonie.

Applications thermiques.

Éclairage.



Électrochimie et Électrométallurgie.

Mesures et Essais.



Variétés.

DIVERS.

Législation, Réglementation.





Chronique financière et commerciale.

Expositions, Sociétés, etc.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS (1).

(1) Les astérisques placés à la fin d'un titre indiquent que l'analyse correspondante tient moins de 10 lignes.







FIN DU TOME XV.

46597 Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

8e Année. — TOME XV. N° 180. VENDREDI 23 JUIN 1911.

LA REVUE ÉLECTRIQUE

BULLETIN DE L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

SYNDICAT DES FORCES HYDRAULIQUES, DE L'ÉLECTROMÉTALLURGIE, DE L'ÉLECTROCHIMIE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT;
SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES;
SYNDICAT PROFESSIONNEL DES INDUSTRIES ÉLECTRIQUES DU NORD DE LA FRANCE;
SYNDICAT PROFESSIONNEL DE L'INDUSTRIE DU GAZ (USINES ÉLECTRIQUES DU); SYNDICAT PROFESSIONNEL DES USINES D'ÉLECTRICITÉ;
CHAMBRE SYNDICALE DE L'ÉCLAIRAGE ET DU CHAUFFAGE PAR LE GAZ ET L'ÉLECTRICITÉ;
CHAMBRE SYNDICALE DES ENTREPRENEURS ET CONSTRUCTEURS ÉLECTRICIENS.

Publiée sous la direction de **J. BLONDIN**, Agrégé de l'Université, RÉDACTEUR EN CHEF.

Avec la collaboration de :

MM. ARMAGNAT, BECKER, BOURGUIGNON, COURTOIS, DA COSTA, JACQUIN, JUMAU, GOISOT, J. GUILLAUME, LABROUSTE, LAMOTTE, MAUDUIT, RAVEAU, G. RICHARD, TURPAIN, etc.

PARIS, GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR

Administration : GAUTHIER-VILLARS, 55, Quai des Grands-Augustins, 55.

Rédaction : J. BLONDIN, 171, Faubourg Poissonnière, 171.

La Revue paraît le 2e et le 4e vendredi de chaque mois.

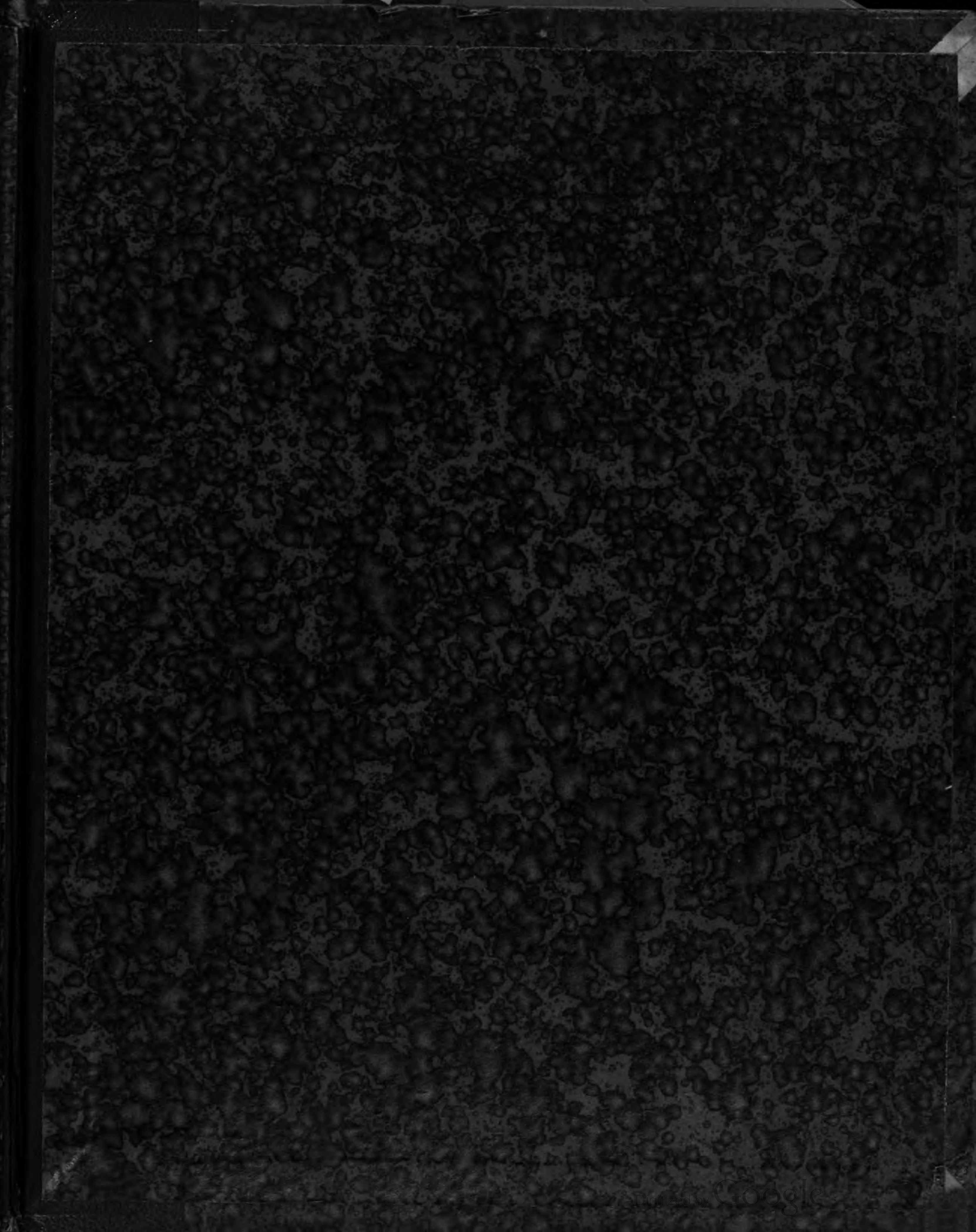
ABONNEMENT Paris 25 fr. — Départements : 27 fr. 50. — Union postale : 30 fr. — Le Numéro : 1 fr. 50.

Paris. — Imprimerie GAUTHIER-VILLARS, quai des Grands-Augustins, 55.

46597

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS






105 728 882